



TRABAJO DE GRADO

PLAN METODOLÓGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN BIM EN PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA DE SEGURIDAD CIUDADANA DESARROLLADOS POR LA
SECRETARIA DE GOBIERNO DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA

ING. HUMBERTO ALEJANDRO YATE LOZADA

ING. KENT ANTONY SANTOS AMADO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTA D.C

AÑO

2021

TRABAJO DE GRADO

PLAN METODOLÓGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN BIM EN PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA DE SEGURIDAD CIUDADANA DESARROLLADOS POR LA
SECRETARIA DE GOBIERNO DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA

ING. HUMBERTO ALEJANDRO YATE LOZADA

ING. KENT ANTONY SANTOS AMADO

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de
Obras

Docente

JAVIER VALENCIA SIERRA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTA D.C

AÑO

2021

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	7
1. Generalidades	8
1.1. Línea de Investigación	8
1.2. Planteamiento del Problema	8
1.2.1. Antecedentes del problema	10
1.2.2. Pregunta de investigación	12
1.2.3. Variables del problema	12
1.3. Justificación	13
2. Objetivos	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. Marcos de referencia	15
3.1. Marco conceptual	15
3.2. Marco teórico	17
3.2.1. Implementación BIM en el mundo	18
3.2.1.1. Estados unidos	19
3.2.1.2. Reino unido	19
3.2.1.3. Singapur	19
3.2.1.4. Brasil	20
3.1.2.6. Chile	20
3.1.2.7. México	20
3.3. Marco normativo y jurídico	21
3.4. Marco geográfico	23
3.5. Marco demográfico	23
3.6. Estado del arte	25
4. Metodología	29
4.1. Fases del trabajo de grado	29
4.2. Instrumentos o herramientas utilizadas	30
4.3. Población y muestra	30
4.4. Alcances y limitaciones	30

5	Productos a entregar	31
5.1	Plan metodológico para implementación BIM	31
5.1.1	Descripción de la organización Alcaldía de Soacha	32
5.1.2	Procesos para la creación y formulación de proyectos en la entidad estatal a la Alcaldía de Soacha Cundinamarca	32
5.1.3	Implementación Bim	32
5.1.3.1	Identificación de objetivos y usos de BIM	34
5.1.3.2	Mapa de procesos para implemetar los usos de BIM en el proyecto	36
5.1.3.3	Desarrollo de intercambios de información	37
5.1.3.4	Estructura para elaboración de plan de ejecución BIM	42
6	Entrega de resultados e impactos	43
6.1	Como responde a la pregunta de investigación	43
7	Conclusiones	44
8	Bibliografía	46

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PROBLEMAS VS SOLUCIÓN MODELO BIM CONTRATACIÓN. FUENTE HTTPS://BLOGPOSGRADO.UCONTINENTAL.EDU.PE/EL-BIM-APLICADO-EN-EL-SECTOR- PUBLICO.....	18
ILUSTRACIÓN 2. CRECIMIENTO DE BIM EN EL MUNDO. FUENTE WWW.ASIDEK.ES/LA- SITUACION-DEL-BIM-MUNDO/	18
ILUSTRACIÓN 3. OBJETIVOS ESTRATEGIA NACIONAL BIM 2020-2026. FUENTE ESTRATEGIA NACIONAL BIM 2020-2026.....	22
ILUSTRACIÓN 4. OBJETIVOS ESTRATEGIA NACIONAL BIM 2020-2026. FUENTE ESTRATEGIA NACIONAL BIM 2020-2026.....	22
ILUSTRACIÓN 5.7 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO BENEFICIARIO DE LA INVESTIGACIÓN, FUENTE. GOOGLE MAPS.....	23
ILUSTRACIÓN 6. SOACHA, CUNDINAMARCA. FUENTE. (PLANEACIÓN & TERRIDATA, 2020)	23
ILUSTRACIÓN 7. DEMOGRAFÍA Y POBLACIÓN. FUENTE. (PLANEACION & TERRIDATA, 2020)	24
ILUSTRACIÓN 8. DEMOGRAFÍA Y POBLACIÓN. FUENTE. (PLANEACION & TERRIDATA, 2020)	24
ILUSTRACIÓN 9. DOCUMENTOS BY YEAR, FUENTE BASE DE DATOS SCOPUS.....	25
ILUSTRACIÓN 10. DOCUMENTOS BY SUBJET ÁREA, FUENTE BASE DE DATOS SCOPUS	26
ILUSTRACIÓN 11. DOCUMENTOS BY COUNTRY OR TERRITORY, FUENTE BASE DE DATOS SCOPUS.....	27
ILUSTRACIÓN 12. PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN BIM. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN LA GUÍA DE PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS BIM - VERSIÓN 2.2	33
ILUSTRACIÓN 13. “USOS BIM A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO” FUENTE: ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS.....	35
ILUSTRACIÓN 14 “CLASIFICACIÓN LOD” FUENTE: BIMND	40

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 REVISIÓN PROYECTOS EJECUTADOS EN MUNICIPIO DE SOACHA. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	12
TABLA 2 OBJETIVOS DEL PROYECTO Y USOS DE BIM ACORDES A LAS METAS PLANTEADAS. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA, PLANTILLA TOMADA DE GUÍA DE PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS BIM VERSIÓN 2.2.....	36
TABLA 3 TIPO DE INFORMACIÓN GENERADA EN CADA USO DE BIM. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	39



Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es). [Advertencia](#).

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en Colombia es un gran aportante al producto interno bruto ya que, al ser un país en constante desarrollo económico y social, continuamente se promueven proyectos en diferentes sectores de la construcción, ya sean públicos o privados. Anualmente este sector económico crece o decrece según las diferentes circunstancias que lo afecten, sin embargo, es una industria que genera miles de empleos directos e indirectos y además sirve como motor para impulsar otros sectores económicos del país como la manufactura, el transporte, los servicios públicos, entre muchos más. Para el primer trimestre del año 2020, la construcción de carreteras y vías de ferrocarril, proyectos de servicio público y otras obras de ingeniería civil creció en un 9,1 % (DANE, 2020), lo que indica que la construcción en el sector público da un aporte significativo al crecimiento económico del país y es por esto que se deben promover buenas prácticas que mejoren el desarrollo y la ejecución de los proyectos.

Una de estas buenas prácticas es la implementación de recursos tecnológicos a lo largo de cada una de las fases que componen los proyectos desde inicio, planeación, ejecución, control y cierre, ejemplo de esto, un método avanzado de gestión de proyectos es el uso de la metodología BIM en los proyectos del sector de la construcción (Florez Domínguez & García Murillo, 2018).

El término BIM (Building Information Modeling), también llamado modelado de información para la edificación, es una metodología por medio de la cual se planifican, ejecutan, y gestionan proyectos de construcción, todo basado en un trabajo colaborativo dentro de un entorno de uso de tecnologías de modelado de información en forma 3D, 4D y 5D. Esto quiere decir que para todo el ciclo de vida de un proyecto se implementa de manera continua el uso de software especializado ya sea en arquitectura, estructura o redes, y de manera colaborativa se planea y se diseña el proyecto para luego pasar a fase de construcción y posteriormente a fase de operación.

La gran ventaja que trae consigo la metodología BIM es que su uso en la fase de diseño y planeación del proyecto se pueden desarrollar modelos 3D que permitan a los diseñadores de diferentes disciplinas (arquitectura, estructura redes, etc) visualizar en tiempo real los diferentes tipos de conflictos que surjan a raíz de cada diseño, cuantificar de manera más acertada las cantidades de obra, presupuestar los costos y tiempos de ejecución, y planificar de forma más acertada los procesos constructivos para luego sí pasar a la etapa de construcción. y de esta manera resolverlos antes de pasar a etapa de construcción. (EADIC Escuela Técnica, 2017)

En el municipio de Soacha Cundinamarca, existen obras con inversiones superiores a los 25 mil millones de pesos, y que a hoy están en total deterioro o abandono. Se han presentado quejas por parte de la comunidad, denuncias ante las veedurías ciudadanas y denuncias públicas ante la prensa nacional pero aun así las obras

siguen en total olvido por parte de la administración municipal (Tarquino, 2019).

Los recursos que se han invertido provienen de diversas fuentes de la nación (Gobierno Nacional, Gobernación Departamental, Gobernación Municipal), la inversión actualmente supera los 25 mil millones de pesos y mientras tanto la mayoría de obras están sin concluir y no cumplen con el propósito para el cual fueron proyectadas. (Tarquino, 2019)

1. GENERALIDADES

1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se enfoca en la línea de investigación “Gestión Integral y dinámica de las organizaciones empresariales”. El tipo de investigación es descriptiva y proyectiva.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de que la construcción en el sector público en Colombia genera miles de millones de pesos al año, ya que basados en el boletín técnico del PIB para el IV trimestre del año 2019 en Colombia, donde el sector de la construcción de carreteras y vías de ferrocarril, proyectos de servicio público y otro tipo de obras de ingeniería civil creció 10,7 %, (DANE, 2020), aún presenta muchas falencias en cuanto a etapas de planeación, ejecución y puesta en marcha pues constantemente se puede leer en los diferentes medios de comunicación que muchos de los proyectos de carácter público presentan problemas en su construcción, ya que dejando a un lado una gran causa de este problema como lo es la corrupción, los proyectos de construcción en Colombia generalmente revelan errores, incompatibilidades e incongruencias en las etapas de inicio como la fase de diseño y planificación que se convierten en ineffectividad del desarrollo del proyecto. (Mojica Arboleda, Valencia Rivera, Gomez Cabrera, & Alvarado Vargas, 2016)

Ejemplos de lo anterior se pueden encontrar por miles, solo basta con acceder al sistema de Colombia Compra Eficiente Secop I y hacer seguimiento a cualquier contrato. Normalmente se encuentra que estos han sufrido modificaciones ya sea en adición presupuestal o en tiempo de ejecución. En la tabla No 1 se puede ver la relación de contratos celebrados en el municipio de Soacha los cuales han sufrido modificaciones presupuestales y temporales.

La metodología BIM en Colombia ya es utilizada en buena medida en la construcción de carácter privado, aunque en términos más amplios todavía falta mucho por explorar e implementar sobre todo en el sector público. Entre los principales factores que inciden notablemente en la toma de decisión frente a la implementación de BIM en el país se encuentran: el tiempo, los niveles de experiencia, el costo, la escasez de personas con competencias BIM y la resistencia

al cambio; dado que todavía existe una falta de claridad en la industria, y muchos son escépticos con respecto a los beneficios que presta la implementación de BIM en proyectos de construcción (Florez Domínguez & García Murillo, 2018). Lo anteriormente mencionado se refleja claramente en proyectos de construcción públicos en Colombia, pues a pesar de que las empresas ejecutoras de los contratos son privadas, no hay una regulación que le exija a estas empresas contar con la metodología BIM para la ejecución de proyectos públicos de construcción.

El municipio de Soacha Cundinamarca es el más poblado del departamento, colinda con la ciudad de Bogotá y en él habitan más de medio millón de personas. Sin duda es un centro urbano importante para la región de la sabana Bogotana, pero esto no lo hace exento de sufrir problemas en sus proyectos de construcción. Así como en Colombia no hay una regulación que le exija aplicación de metodología BIM a las empresas contratistas de proyectos de construcción, en el municipio de Soacha tampoco hay tal regulación, y la realidad es que las entidades asociadas al municipio poco saben de lo que es la metodología BIM y su aplicación.

El desconocimiento de la metodología BIM en Soacha ha ocasionado un evidente detrimento al recurso público ya que muchos de los proyectos que se han ejecutado en la pasada década presentaron adiciones en tiempo y dinero, y otros ni siquiera han podido ser terminados. Sumado a los problemas causados por la corrupción, la falta de conocimiento en la metodología BIM hace que estos proyectos pasen a su etapa de ejecución sin estar bien definida la etapa de planificación, pues a pesar de que en el sector público la mayoría de contratos se realizan por la modalidad de contrato a precios unitarios donde las actividades a realizar no se pueden medir con gran precisión antes de ejecutarlas (Sandoval Carreño, Bermúdez Becerra, & Torres Fonseca, 2018), la utilización de metodología BIM permite llegar a un grado más alto de exactitud en cuanto cantidades de obra a ejecutar y por ende se puede presupuestar los proyectos con mayor precisión así como estimar el tiempo de duración del proyecto de manera más acertada.

En la etapa de planeación de proyectos de inversión las Entidades Estatales deben precisar la necesidad e incorporarla en el Plan Anual de Adquisiciones. Se deben realizar análisis técnicos que determinen la viabilidad del proyecto en lo concerniente a aspectos de diseño e ingeniería, presupuestos, financiación, y entre otros componentes los impactos sociales y ambientales. Adicionalmente se deben tramitar permisos y licencias además de realizar la gestión predial. La Entidad Estatal iniciará la contratación de la obra pública una vez se haya determinado su viabilidad por medio de los estudios técnicos.

De acuerdo a lo anterior se pretende poner en conocimiento el uso adecuado de la metodología BIM, lo que permitirá una consolidación de forma correcta de las necesidades que se pretendan ejecutar, generando parámetros más precisos en la forma como se conciben, planean y ejecutan los proyectos de obra pública en el municipio de Soacha Cundinamarca.

1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Los proyectos ejecutados bajo la metodología BIM ganan cada vez más importancia en muchos países a tal punto que para proyectos de inversión pública, su desarrollo bajo esta metodología es ley. En países como la Unión Europea (EU BIM Task Group), Estados Unidos, Canadá, Chile, Perú, Argentina y México, y ahora Colombia se promueven estrategias que incentiven el uso de BIM. (Florez Domínguez & García Murillo, 2018)

El campo de la construcción es fundamental para el desarrollo de las sociedades; por eso, en décadas recientes, han aparecido innovaciones que tienen como propósito optimizar los proyectos a lo largo de todas sus etapas, Según Mónica Riveros, jefe del Área Técnica de Metecno Colombia, BIM es esencial para hablar de construcciones inteligentes, ya que representa grandes ventajas para las constructoras en sus proyectos. *“Se puede visualizar, modelar, analizar y simular de manera más precisa el proyecto con los productos y materiales utilizados. Así mismo, al tener planos en línea, se disminuyen los errores y los tiempos de ejecución, y se logra una mayor coordinación en diseño, construcción, obra y mantenimiento. En consecuencia, se ejecuta mejor, pues se trabaja con presupuestos y tiempos más reales”.* (Portafolio, 2020)

Ahora bien, es necesario dar a conocer ejemplos representativos en el Municipio de Soacha – Cundinamarca, y que han sido destacados por su inadecuado y/o deficiente desempeño durante los procesos de planeación y ejecución, entre los ejemplos se tiene claramente, el proyecto del Hospital de Tercer Nivel, casa de la justicia ubicada en la comuna 1 y la estación de bomberos, obras que su común denominador reflejan problemas en la etapa de planeación.

Además de lo anterior mencionado, se realizó una búsqueda en la plataforma Secop I de contratos suscritos de obra pública liquidados en el municipio de Soacha, concluyendo en un margen de 10 procesos, que los mismos tuvieron hitos en cuanto suspensión, prórrogas y adiciones.

ITEM	No. Proceso SECOP 1	TIPO DE PROCESO	OBJETO	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	PLAZO INICIAL TERMINACION	PLAZO FINAL DE TERMINACION DEL CONTRATO	FECHA LIQUIDACION DEL CONTRATO	SUSPENSIONES	LIQUIDACION
1	009-2018	LICITACION PUBLICA	MEJORAMIENTO VIAS DEL BARRIO LEON XIII CARRERA 9 ENTRE CALLE 49 Y 52, CALLE 52 ENTRE CARRERA 9 Y 10 Y CARRERA 10 ENTRE CALLE 52 Y	\$2.065.999.052	\$2.065.999.052	HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE	HASTA EL 15 DE SEPTIEMBRE DE 2019	PARA EL 31 DE OCTUBRE DE	2 SUSPENSIONES	APLICACION

			53 DE LA COMUNA 3 DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA			2018		2019		
2	018-2017	LICITACION PUBLICA	MEJORAMIENTO VIAS ZONA INDUSTRIAL DE CAZUCA MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA	\$1.995.073.802	\$1.995.073.802	HASTA 11 SEPTIEMBRE DE 2018	HASTA EL 16 DE AGOSTO DE 2019	PARA EL 04 DE SEPTIEMBRE DE 2019	5 SUSPENSIONES	APLICAR
3	009-2017	LICITACION PUBLICA	REHABILITACION DE LAS VIAS DE LOS BARRIOS VILLA SOFIA II, SAN FERNANDO Y EL VIVERO DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA	\$799.133.038	\$1.128.031.633	HASTA 11 ABRIL DE 2018	HASTA EL 26 DE AGOSTO DE 2018	PARA EL 29 DE AGOSTO DE 2019	1 SUSPENSION	APLICAR
4	021-2017	LICITACION PUBLICA	REHABILITACIÓN, ADECUACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE VIAS URBANAS DE LA COMUNA 3 ETAPA II DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA.	\$722.146.527	\$565.832.834	HASTA 11 DE MAYO DE 2018	HASTA 12 SEPTIEMBRE DE 2018	PARA EL 27 DE AGOSTO DE 2019	1 SUSPENSION	APLICAR
5	005-2018	LICITACION PUBLICA	MEJORAMIENTO DE LAS VIAS CALLE 45 Y 44 ENTRE CARRERAS 8 Y 9 DEL BARRIO LEON XIII DE LA COMUNA 3 DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA.	\$648.753.790	\$734.000.279	HASTA 09 DE DICIEMBRE DE 2018	HASTA EL 24 DE DICIEMBRE DE 2018	PARA EL 06 DE FEBRERO DE 2019	N/A	APLICAR
6	006-2018	LICITACION PUBLICA	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS Y MEJORAMIENTO DE REDES DE SANEAMIENTO BASICO PARA DIFERENTES ZONAS DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA	\$693.701.446	\$693.701.445	5 MESES SIN QUE SUPERA EL 31 DE DICIEMBRE 2018	HASTA EL 24 DE DICIEMBRE DE 2018	PARA EL 28 DE DICIEMBRE DE 2018	N/A	APLICAR
7	023-2017	LICITACION PUBLICA	ADECUACIÓN, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE DIFERENTES VÍAS DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA.	\$907.712.410	\$1.069.515.410	HASTA 09 DE AGOSTO DE 2018	HASTA EL 09 DE OCTUBRE DE 2018	PARA EL 13 DE DICIEMBRE DE 2018	N/A	APLICAR

8	009-2014	LICITACION PUBLICA	CONSTRUCCIÓN DEL CERRAMIENTODEL HUMEDAL NEUTA PRIMERA ETAPA DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA	\$1.443.444.208	\$1.579.328.472	HASTA EL 27 DE SEPTIEMBRE DE 2015	HASTA EL 29 DE MAYO DE 2017	PARA EL 20 DE NOVIEMBRE DE 2018	1 SUSPENSIÓN Y 5 AMPLIACIONES A LA SUSPENSIÓN No. 01	APLICAR
9	010-2016	LICITACION PUBLICA	REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE DIFERENTES VIAS DEL BARRIO SANTA ANA SECTOR ILLA FLOR DE LA COMUNA 1 DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA	\$1.365.989.067	\$1.536.504.439	HASTA EL 22 DE JUNIO DE 2017	REPOSAR EL PROYECTO DE LIQUIDACION	PARA EL 29 DE DICIEMBRE DE 2017	1 SUSPENSIÓN	APLICAR
10	019-2017	LICITACION PUBLICA	CONSTRUCCIÓN MURO DE CONTENCIÓN VIAS SECTOR VILLA MERCEDES - JULIO RINCON DEL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA.	\$518.432.986	\$657.464.909	HASTA EL 11 DE MAYO DE 2018	HASTA EL 15 DE DICIEMBRE DE 2018	PARA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2018	1 SUSPENSIÓN	APLICAR

Tabla 1 Revisión proyectos ejecutados en municipio de Soacha. Fuente elaboración propia

1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿cómo plantear una metodología que permita implementar BIM en la contratación de obras financiadas con recurso público en el municipio de Soacha Cundinamarca, y que ésta sirva como referencia para futuros contratistas del municipio?

1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

Las variables que se generan en la presente investigación, están relacionadas con cuál será el mejor método para crear el plan metodológico para la implementación BIM. Para esto se identifican procedimientos que permitan la comprensión de lo que significa BIM en los proyectos de construcción.

Estos métodos se identifican como guías, plan de capacitaciones, normativas, estándares y especificaciones. Cada uno de estos se puede convertir en una variable al problema ya que se debe establecer según las características propias de la organización donde se quiera implementar la metodología BIM, cuál será el mejor procedimiento que se acople y permita que por medio de BIM se mejoren los problemas en la ejecución de proyectos de construcción.

Estas variables se reconocen como cualitativas, porque cada método identificado para implementar BIM, cumple con características diferentes y estas se deben asociar según sea el caso.

Otra variable de la presente investigación es el buen desarrollo de la metodología y en su momento, la aplicación de la misma, ya que generar una política interna de inclusión en la contratación estatal del municipio, conlleva al cambio del chip del modelo que se lleva actualmente lo que puede generar divergencias.

De modo que por lo anterior formular una metodología guía para definir instrumentos que conlleven a un mejoramiento en la etapa de planificación y formulación de los contratos de obra, generara a priori la reducción de la variabilidad en costos y tiempo de los proyectos, así como el aumento de la productividad de la infraestructura y construcción mediante la adopción de la metodología BIM, aportará la mejora de la infraestructura, elemento fundamental para la prosperidad económica y la mejora de la productividad en todos los sectores. La reducción de los costos de los proyectos de infraestructura permitirá la gestión de un mayor número de proyectos con los recursos disponibles y a su vez generar un mayor crecimiento económico. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

1.3. JUSTIFICACIÓN

La justificación del presente trabajo de grado se fundamenta en definir una metodología aplicativa que genere conceptos y lineamientos BIM, la cual se pueda desarrollar en las etapas de planeación y estructuración de contratos de obras de Seguridad Ciudadana, generando así optimización en los procesos de ejecución de obras en el municipio de Soacha. Esta implementación se hará tomando como caso de estudio proyectos de seguridad ciudadana que actualmente se encuentran en estructuración por parte de la Secretaría de Gobierno de la Alcaldía de Soacha Cundinamarca.

Los principales beneficios de la adopción de BIM son económicos y resultan de la eficiencia mejorada de los procesos de entrega de proyectos desde las primeras fases de planificación, pasando por el diseño y la construcción hasta llegar a la fase operativa. Los beneficios económicos son muy significativos, ya que varios países reportan ahorros de costos de hasta un 20% en la fase de entrega. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

BIM proporciona herramientas para entender y gestionar mejor el impacto ambiental de los proyectos de construcción; las herramientas de análisis de diseño permiten la reducción de la huella del carbono y la gestión y monitoreo de la contaminación acústica. También puede optimizar el diseño en las primeras etapas para obtener un rendimiento energético mucho mayor de los edificios en su fase operacional. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Tomando como caso de estudio el proyecto de consultoría para los estudios y diseños para la construcción y ejecución de la sala integrada de emergencias y seguridad “SIES” y de la estación de policía de la comuna No 2 de Soacha, proponer un plan metodológico por medio del cual se dictan pautas para implementar la metodología BIM en proyectos financiados con recurso público en el municipio de Soacha Cundinamarca.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar información relacionada al desarrollo de la etapa de planificación y ejecución de obras de construcción en el municipio de Soacha basados en el proyecto de seguridad ciudadana, caso de estudio.
2. Compilar información relacionada con la metodología BIM y su implementación en proyectos públicos.
3. Desarrollar el plan metodológico para la implementación BIM en la contratación de obras en el municipio de Soacha Cundinamarca.

3 MARCOS DE REFERENCIA

3.1 MARCO CONCEPTUAL

BIM: El término BIM abrevia en inglés Building Information Modeling, y traduciendo al español significa modelado de la información en la construcción. La definición de esta metodología puede variar según la perspectiva que cada país, organización o área del conocimiento de la construcción le dé, pues esta metodología puede aplicarse en muchas ramas de la ingeniería y la arquitectura y por tanto su significado es variado.

En la literatura especializada en el tema se pueden encontrar diversas definiciones, pero siempre con un concepto presente en todas, el cual es la colaboración entre las partes interesadas. BIM es una metodología de gerencia de proyectos de construcción que usa como base para el diseño y ejecución de las obras la tecnología, por medio de la cual se pueden modelar en 3D las diferentes áreas que componen un proyecto como lo son la arquitectura, la estructura, y las redes, así como otras áreas como la eficiencia energética, procesos en fases de operación entre otras. Además de usar la tecnología para modelar en 3D, BIM fundamenta su eficiencia en la colaboración interdisciplinar del proyecto, y esta colaboración es el valor principal que permite que un proyecto diseñado y ejecutado bajo esta metodología pueda tener resultados con altos estándares de calidad, eficiencia, y eficacia en su desarrollo.

A continuación, se muestran definiciones de diferentes organizaciones y literatura especializada en BIM donde se puede leer que el concepto principal es la colaboración de las diferentes disciplinas del proyecto de construcción.

1. Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.
BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).
El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación. (Building Smart, 2020)
2. El Departamento Nacional de Planeación de Colombia lanzó en 2020 en la Estrategia Nacional Bim 2020-2026, en este se da una definición corta pero que abarca tres conceptos fundamentales que componen la

metodología BIM. “ es un proceso colaborativo a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todas las fases de un proyecto de construcción que son a corto modo diseño, construcción y operación”. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

3. Porras y compañía definen BIM en su artículo Filosofía lean construction para le gestión de proyectos de construcción: una revisión actual, es el proceso de generación y modelado de datos de la construcción durante todo su ciclo de vida. Es también una herramienta y un proceso que aumenta la productividad y precisión en el diseño y construcción de edificios. Para el modelado dinámico de la construcción BIM utiliza el software en tres dimensiones y opera en tiempo real con la disponibilidad continua de diseño del proyecto, alcance, cronograma, y la información de costos que debe ser de alta calidad, fiable, integrada y totalmente coordinada. Todo el proceso produce el modelo del edificio, abarcando su geometría, información geográfica, las cantidades de obra y las propiedades de los componentes del edificio. (Porras Díaz , Sanchez Rivera , & Galvis Guerra, 2014)

IMPLEMENTACIÓN BIM: EL concepto de implementación BIM se refiere a la transformación de la forma de trabajo de una organización en cuanto al diseño y desarrollo de un proyecto de construcción. Según su definición representa la ejecución de un plan o una metodología de trabajo, es una acción que involucra a todos los interesados del proyecto, así como a cada una de las disciplinas que lo componen. Para una correcta implementación BIM se debe tener en cuenta factores clave como el nivel de madurez BIM que la organización requiere, los riesgos asociados a su implementación, el costo beneficio que BIM traerá a la organización, la transformación del organigrama y roles que adoptarán los profesionales, así como la creación de nuevos puestos asociados a la metodología BIM, y las fases para su implementación. (EADIC Escuela Tecnica, 2017)

COLABORACIÓN Y COORDINACIÓN BIM: El concepto de colaboración BIM es fundamental para poder adoptar de manera correcta esta metodología pues como se puede observar en las definiciones anteriormente descritas acerca de lo que es la metodología BIM, en todas se puede leer que la palabra colaboración es clave para el entendimiento y desarrollo de proyectos BIM. Se define como colaboración intercomunicación entre todos los agentes que generan información dentro del proceso constructivo y cómo combinamos dichas informaciones en un modelo BIM no único, pero sí coordinado entre todos los agentes. La colaboración se refiere fundamentalmente, a la capacidad de los procesos BIM, de facilitar el trabajo en un solo modelo a varios modeladores simultáneamente, en virtud de la conexión en red de sus estaciones de trabajo. En cambio, la coordinación se establece entre distintos agentes, que crean modelos distintos pero coordinados entre sí. (EADIC Escuela Técnica, 2017)

PLAN DE EJECUCIÓN BIM (BEP) Se trata de un documento que define globalmente como se implementa BIM transversalmente al proyecto, en él se define el alcance, procesos y tareas, el trabajo colaborativo, software y hardware necesario, roles y responsabilidades.

Se trata de una herramienta estratégica para planificar las interacciones sociales del equipo BIM. Es además una herramienta muy útil para ayudar a definir las futuras necesidades de información de la fase posterior a la construcción del activo. (Eadic Escuela Tecnica, 2017)

OBRA PUBLICA: El artículo 32 de la ley 80 de 1993 define el contrato de obra pública como aquél que celebran las Entidades Estatales para la construcción, mantenimiento, instalación y en general para la realización de cualquier otro trabajo material sobre bienes inmuebles. (Colombia Compra Eficiente, 2020)

3.2 MARCO TEÓRICO

En la industria de la construcción y más específicamente en proyectos de carácter público, se hace una elección del contratista por medio de licitaciones públicas en las que se acuerdan los precios y forma de contrato para el proyecto a ejecutar. Sin embargo, por lo general en el desarrollo de la obra se presentan contratiempos que conllevan al incremento de precios a raíz de falencias en los diseños, cambios ordenados por el cliente, aumento en el costo de los materiales entre otros, y esto repercute en el cambio de las condiciones pactadas previamente en los pliegos de condiciones de la licitación del proyecto. (BLANCO, 2015)

En el sector de la construcción de carácter público se mantiene a hoy día la mentalidad de que la etapa de diseño de un proyecto va separada de la etapa de construcción, y bajo esta premisa se contrata la fase de diseño pensando que está va a ser lo más precisa posible a la realidad. Sin embargo, en la fase de obra es donde surgen problemas que no fueron contemplados previamente y que deben ser resueltos in situ. Esto se debe a que la etapa de diseño siempre va a ser una hipótesis de la realidad (Moreno, 2020), lo que indica que no implementar la metodología BIM, la cual nos acerca más a lo real desde la fase de diseño, es un esquema fallido muy presente en los contratos de obra pública en Colombia.

¿Porque implementar BIM ? Es la metodología ideal para el trabajo en construcción y el desarrollo de proyecto, tanto en diseño como en su fase de ejecución, porque ayuda de forma proactiva a coordinar mejor los proyectos, a generar información más fiable y fidedigna, a reducir los sobre-costos por imprevistos y a mejorar la coordinación tanto entre diseñadores y el proceso de construcción como internamente entre la construcción, los subcontratistas y los dueños del proyecto. (Construir, 2019)

En la metodología BIM es uso de la tecnología conlleva a visualizar de forma virtual

la construcción, con esto y con trabajo colaborativo entre diseñadores y constructores se logra mejorar la precisión en las cantidades de obra, así mismo en los tiempos de ejecución y en los costos del proyecto. (Moreno, 2020)

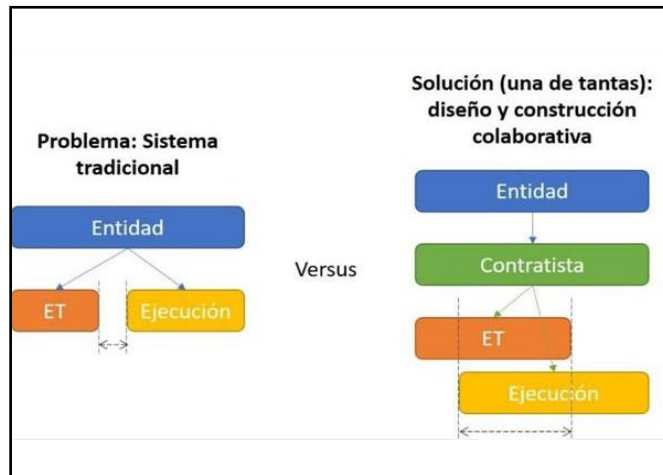


Ilustración 1. Problemas vs Solución modelo BIM contratación. Fuente <https://blogposgrado.ucontinental.edu.pe/el-bim-aplicado-en-el-sector-publico>

En la ilustración 1 se muestra dos esquemas diferentes, a la izquierda el sistema tradicional de contratación donde la entidad contrata por aparte los diseños y por otra parte la ejecución, mientras que en el esquema de la derecha se visualiza una posible solución aplicando la metodología BIM donde la entidad contrata un solo contratista que a su vez por medio de trabajo colaborativo mantiene una estrecha relación entre el equipo de diseño y el equipo de ejecución a la largo del ciclo de vida del proyecto. (Moreno, 2020)

3.2.1 IMPLEMENTACIÓN BIM EN EL MUNDO



Ilustración 2. Crecimiento de BIM en el mundo. Fuente www.asidek.es/la-situacion-del-bim-mundo/

3.2.1.1 ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos se estableció para el año de 1992 el Facility Information Council(FIC) como una iniciativa del National Institute of Building Sciences (organización no gubernamental, pero autorizada por el congreso) que buscaba facilitar la integración de todas las fases en el ciclo de vida de una edificación a partir de un modelo de información que incluyera la arquitectura, ingeniería, construcción y operación. Para el año 2005 el FIC publica la primera versión del documento National BIM Standard con el fin de promover la interoperabilidad del BIM. En el 2008 consolida su misión y los servicios en línea de la página building SMART Alliance para promover los estándares diseñados por el FIC. (BIM, 2020)

3.2.1.2 REINO UNIDO

En reino unido es donde mayores avances se han dado en materia de BIM, aplicándolo principalmente al ciclo de vida de una edificación, con lo cual enfocan los estándares y protocolos en etapas que van desde la concepción hasta la ocupación y uso.

La organización de los protocolos viene dada según 3 niveles, acordes al nivel de integración entre las diferentes partes del proyecto. (BIM, 2020)

3.2.1.3 SINGAPUR

En Singapur el sistema BIM se encuentra establecido como requerimiento para los proyectos del sector público, implementación que tuvo lugar a partir del año 2012 mediante proyectos pilotos, hasta quedar regulado en 2013.

Esta regulación del BIM en el sector público se ve reflejado en la expedición de la “Singapore BIM Guide Version 2” por parte del Building and Construction Authority (BCA), organismo dependiente del Ministerio de Desarrollo Nacional de dicho país, que tiene como misión el implementar las tecnologías para un excelente desarrollo de la construcción.

Dentro de las estrategias para la implementación de BIM se encuentra también la iniciativa CORENET (Construction and Real Estate Network), creada por el Ministerio de Desarrollo Nacional y manejada por la BCA con la colaboración de varias organizaciones públicas y privadas, la cual consiste en una base de datos que permite compartir la información de los proveedores de la industria, facilitar los procesos de solicitud, chequeo y aprobación de los proyectos mediante una plataforma digital, y proporcionar para todo el público los estándares a utilizar en la industria. (BIM, 2020)

3.2.1.4 BRASIL

En el informe de la página MekeBIM.com Mohamed Kassem: Strategy for the diffusion of BIM in Brazil. (Información resumida del documento “A roadmap for BIM Adoption in Brazil” de Mohamad Kassem) se realiza una comparación entre 5 países europeos (Reino unido, Holanda, Finlandia, Noruega, Francia) y Brasil, mediante el cual evidencia los avances de este último en el tema de BIM y sus contrastes en lo referente a la estandarización y normatividad. Pues Brasil junto con Francia “no posee o se encuentra realizando los últimos retoques para la publicación de estándares en el sector privado de la construcción, encontrándose bastante atrás en lo referente al tema de expedición de normas y reglamentación.

Contradictoriamente al sector privado, el sector público se encuentra bastante adelantado, llegando a la par de Reino Unido, pues el país cuenta con un sistema web basado en modelos 2D y 3D conocido como “Opus”; mediante el cual mantiene la gestión (compras, construcción, mantenimiento, detalles constructivos) de cerca de 16.000 edificios y bases del ejército brasileiro. Este sistema se encuentra basado en BIM para la parte de modelación y coordinación de las disciplinas, y cuenta con un aditivo 2D que permite posicionar las bases en cartografías de google mediante coordenadas. (BIM, 2020)

3.1.2.6 CHILE

En la actualidad Chile ha conformado el BIM Forum Chile una instancia técnica y permanente, que convoca a los principales profesionales e instituciones relacionadas a Building Information Modeling (BIM) en el país (Chile). Busca canalizar las inquietudes técnicas, el conocimiento y la información relacionado a BIM, constituyéndose también en una instancia de desarrollo, difusión y buenas prácticas para el desarrollo tecnológico en el sector de la construcción.

Dentro de sus actividades y objetivos se encuentran la creación de documentos técnicos, desarrollo de estándares, realización de capacitaciones, organización de eventos, investigaciones, promover relaciones con la academia y crear conexiones internacionales. (BIM, 2020)

3.1.2.7 MÉXICO

En el caso de México el manejo de BIM no se encuentra regularizado, hallándose como entidades más aproximadas el BIM Forum México, el cual al llevar poco tiempo de haberse formado aún se encuentra en fase de construcción. Esta entidad se encuentra patrocinada por la Fundación de la Industria de la Construcción (FIC) institución de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, la cual tiene como misión el “mejorar la competitividad de las empresas, por medio de la tecnología” y que se ha encargado en los últimos años de investigar y promover el uso de BIM en el mercado del país.

A pesar de los avances aún queda mucho que recorrer, pues una encuesta realizada a principios del año 2017 por la FIC reveló que, aunque el 42% de las empresas en el sector conocen sobre BIM y cómo aplicarlo, solo el 28% utiliza modelos digitales para por lo menos más de la mitad de sus proyectos trabajados.

Se encuentra también mayor acercamiento a estos por parte de los arquitectos, seguido de ingenieros y por último de los constructores, los cuales cerca de la mitad nunca habían oído hablar de BIM.

Dentro de los principales problemas por los cuales no se utiliza BIM se encuentran el costo de las licencias, seguido de la falta de personal calificado para su uso.

Se evidencia en la encuesta que la metodología de trabajo más utilizada sigue siendo el CAD, a pesar de que el 25% seleccionó como principal beneficio de los modelos digitales la “disminución de omisiones, inconsistencias y errores de la documentación del diseño”. (BIM, 2020)

3.3 MARCO NORMATIVO Y JURÍDICO

Los Procesos de Contratación de obra pública se rigen por la Ley 80 de 1993, 1150 de 2007, 1474 de 2011 y 1682 de 2013 en materia de infraestructura de transporte y en los demás aspectos, por el derecho privado. (Colombia Compra Eficiente, 2020)

A la fecha en Colombia no existe ninguna normativa técnica ni de ley que demande la implementación de la metodología BIM para los proyectos de construcción de edificaciones, pero sí existen instituciones como AsoBIM, que es una asociación sin ánimo de lucro cuyo objetivo es la implementación del BIM que consiste en la promoción y la integración de todos los procesos de la industria de la construcción. (FLOREZ, 2020)

También existe BIM Fórum Colombia, que es una plataforma de Camacol (Cámara Colombiana de la Construcción) de articulación de actores y gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción, para el incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia. (FLOREZ, 2020)

En la actualidad en Colombia se estableció la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 publicada en el mes de noviembre del presente año, la Estrategia de "fomento para la transformación digital del sector de la construcción e infraestructura." La adopción de la metodología BIM pretende impulsar la transformación digital, y el documento de estrategia establece como visión nacional la “Transformación digital del sector de la construcción para un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad”. Esta estrategia es la base de toda la industria (Público, Privado y

Academia), para avanzar en la transformación digital del sector de la construcción y la infraestructura. Se generará gradualmente una demanda de servicios relacionados con BIM por parte del sector público. La implementación gradual de esta transformación digital es una parte fundamental de esta estrategia, ya que asegurará la creación exitosa de procesos que han sido probados a nivel regional y nacional. Tales normas y procesos están siempre en constante evolución, adaptándose a las nuevas tecnologías y a los niveles de capacidad y madurez de nuestro país. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

Los alcances de estos objetivos se plantean de manera gradual en un horizonte de 7 años. Lo cual asegura un plan de trabajo consistente con las acciones requeridas para su implementación y una transición gradual. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

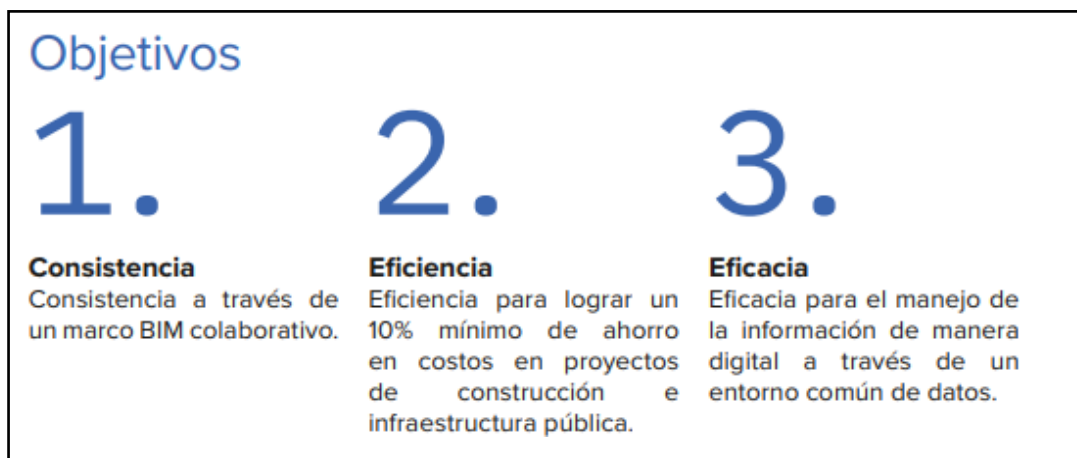


Ilustración 3. Objetivos Estrategia Nacional BIM 2020-2026. Fuente Estrategia Nacional BIM 2020-2026



Ilustración 4. Objetivos Estrategia Nacional BIM 2020-2026. Fuente Estrategia Nacional BIM 2020-2026

3.4 MARCO GEOGRÁFICO

La presente investigación se realiza para la Alcaldía Municipal de Soacha Cundinamarca, Soacha es el municipio más poblado del departamento de Cundinamarca. Su área es de 187 km² (18.700 Ha), y su población es de 753.548. (Planeacion & Terridata, 2020)

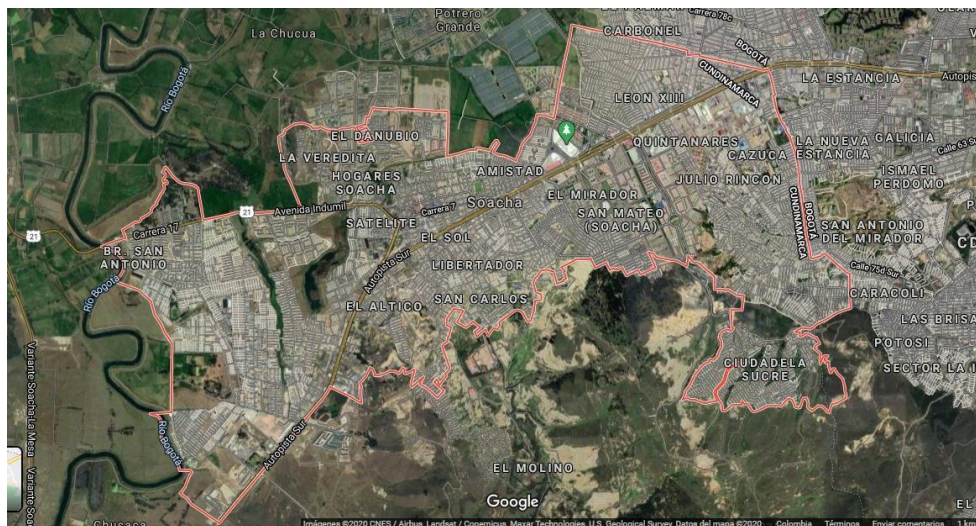


Ilustración 5.7 Localización del municipio beneficiario de la Investigación, Fuente: Google Maps

Código DANE: 25754	Región: Centro Oriente
Subregión (SGR): Soacha	Entorno de Desarrollo (DNP): Robusto
Categoría Ley 617 de 2000: 1	Superficie: 187 Km2 (18.700 Ha)
Población: 753.548 Habitantes	Densidad Poblacional: 4.029,67 Hab / Km2

NOTA: Estos datos fueron calculados por el Departamento Nacional de Planeación utilizando fuentes oficiales que, en su mayoría, se recogen a partir de registros administrativos. Para citar esta información utilice Terridata como fuente. Para consultar más información sobre los indicadores haga click en <https://terridata.dnp.gov.co/#/diccionario>

Ilustración 6. Soacha, Cundinamarca. Fuente. (Planeación & TerriData, 2020)

3.5 MARCO DEMOGRÁFICO

Colombia es la cuarta economía de Latinoamérica, el sector de la construcción representa 54% del aparato productivo del país, el sector de la construcción representa en el PIB 5.17%, en agosto de 2019, el sector de la construcción empleó a más de 1,5 millones de personas, lo que representa el 6,8% del empleo en todo el país. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

Las técnicas de visualización BIM permiten un mayor involucramiento y comunicación con las comunidades, lo que puede ser crítico en la fase de

planificación. Se puede usar para visualizar y minimizar los riesgos de salud y seguridad durante la construcción. A través de un mejor monitoreo de los activos, BIM ayuda a minimizar la interrupción derivada de un tiempo de inactividad no programado (por ejemplo, un corte de energía). En resumen, la adopción de BIM permite una entrega de infraestructura más económica y de mejor calidad para todos. (Departamento Nacional de Planeación , 2020)

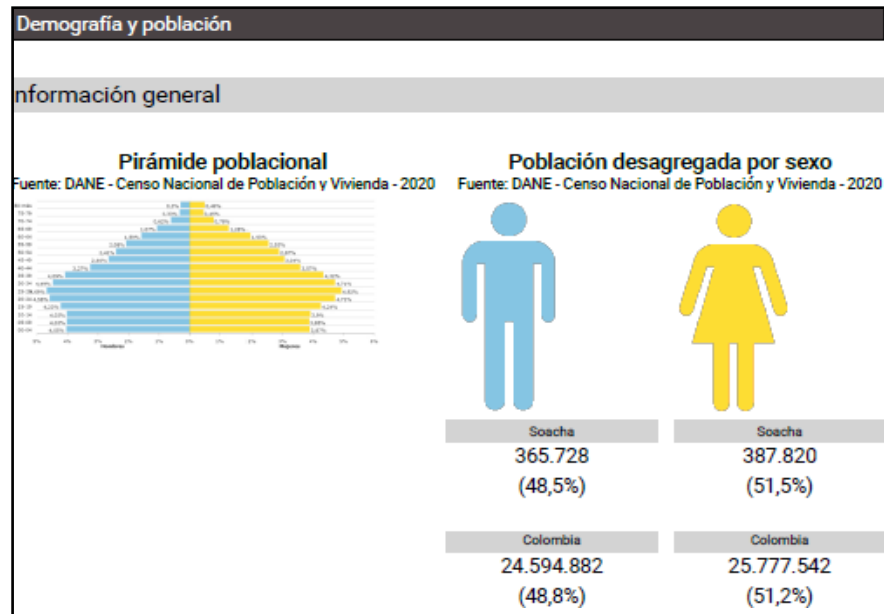


Ilustración 7. Demografía y Población. Fuente. (Planeacion & TerriData, 2020)

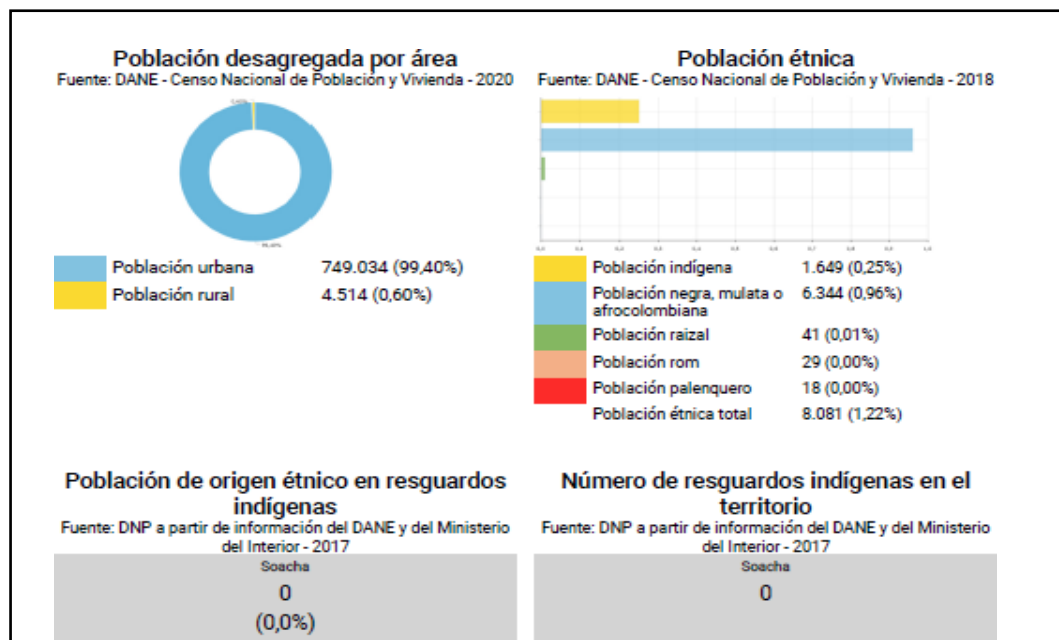


Ilustración 8. Demografía y Población. Fuente. (Planeacion & TerriData, 2020)

3.6 ESTADO DEL ARTE

Para la ejecución de este aparte del proyecto de grado se utilizó la base de datos Scopus como herramienta de consulta, utilizando la siguiente ecuación de búsqueda *“BIM-sector público-contratación estatal”*, de la cual se pudo obtener y constatar 1.502 resultados de documentos, entre documentos como artículos, documentos de sesión, capítulos de libro, revisión, revisión de la conferencia, notas, editorial, encuesta corta, libro y errata, de ellos fueron objeto de estudio para llevar a cabo el desarrollo del presente estado del arte. (SCOPUS).

La información obtenida fue filtrada en los últimos 5 años con el objeto de tener la información más actualizada frente al tema tratar, de tal manera que se pudo identificar que el año 2019 es el periodo que cuenta con el mayor número de documentos publicados, 432, específicamente, seguido por el año 2018 con 380 documentos publicados y el año 2017 con 343 publicaciones.

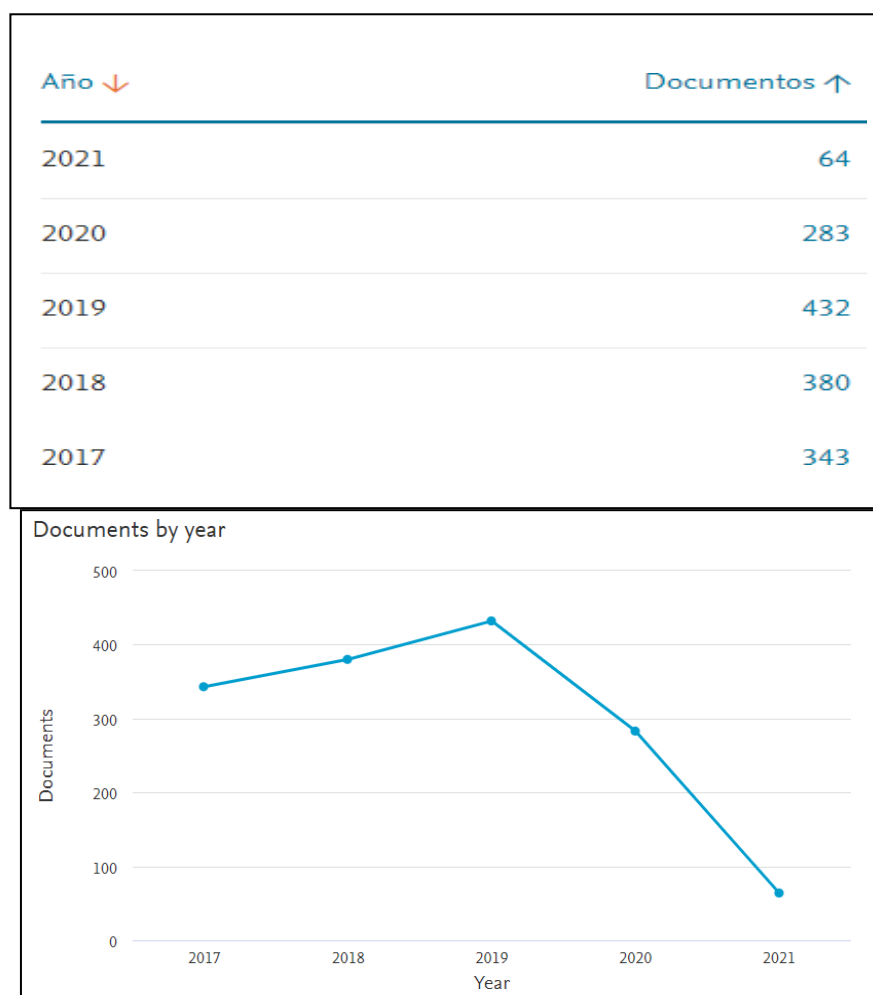


Ilustración 9. Documentos by year, Fuente Base de datos Scopus.

Es importante mencionar que la búsqueda se filtró por área temática dejando únicamente temas de ingeniería, de manera que el 100% corresponde a documentos y/o ejemplares exclusivamente de ingeniería.

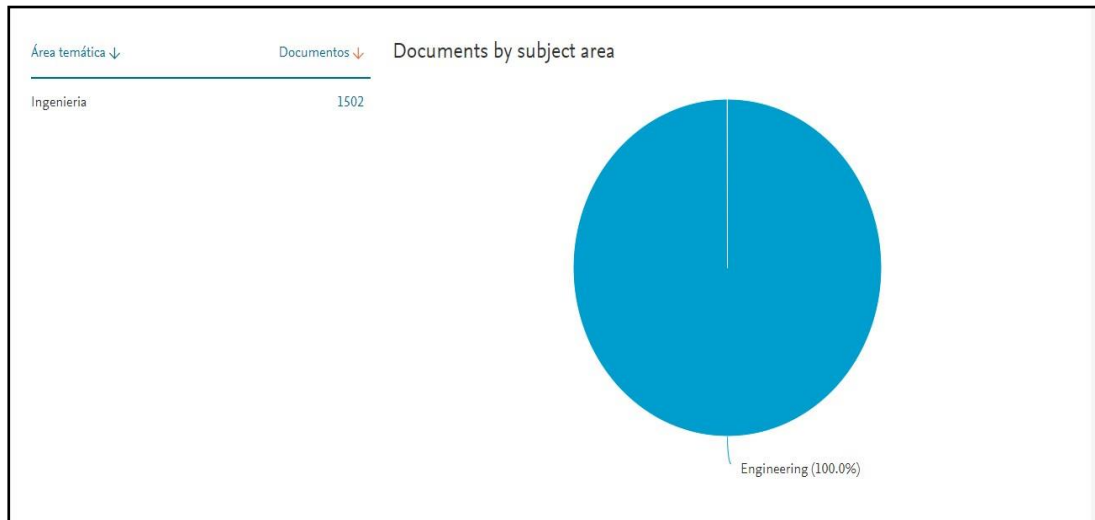


Ilustración 10. Documentos by subject área, Fuente Base de datos Scopus

En la búsqueda se logró determinar que China es el país que cuenta con el mayor número de publicaciones 246 dato exacto el cual corresponde al 6,10%, Estados Unidos se pone en segundo lugar con 245 publicaciones, Reino Unido en tercer lugar con 142 publicaciones y en cuarto lugar se ubica Alemania con 134 publicaciones.

En una menor proporción se observa como América Latina ha elaborado documentos relacionados con el tema en estudio donde Brasil cuenta con 37 publicaciones, Colombia con 4 publicaciones y México con 3 respectivamente.

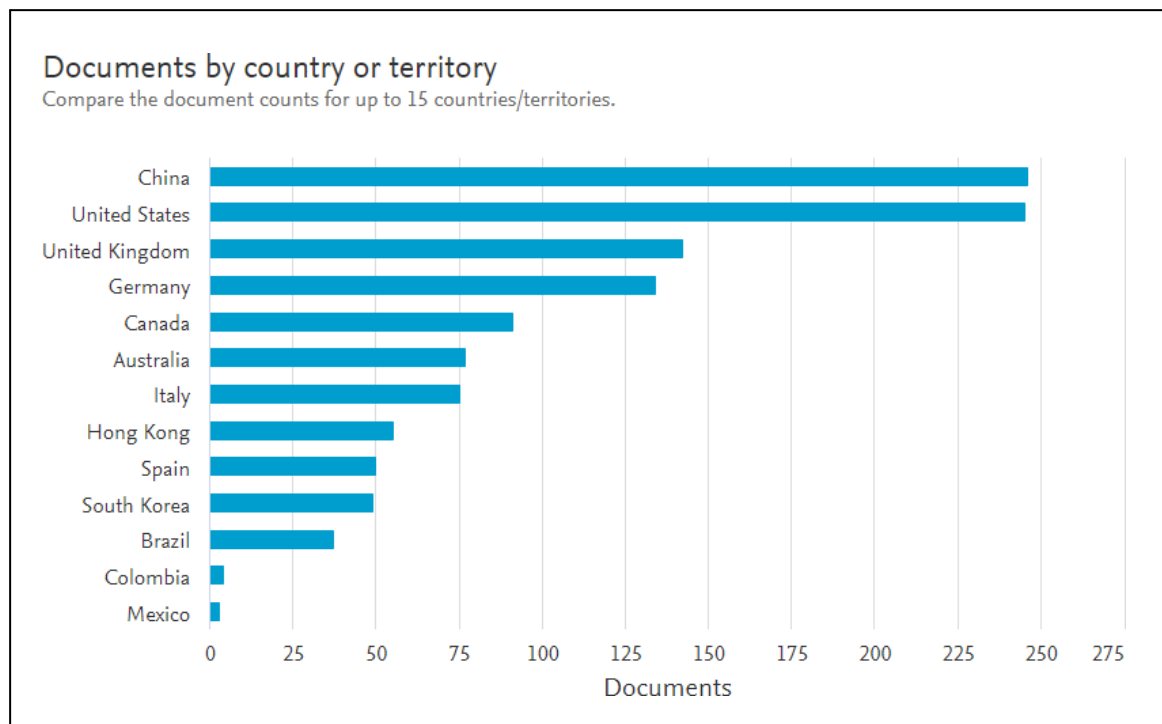


Ilustración 11. Documentos by country or territory, Fuente Base de datos Scopus.

De acuerdo a la anterior búsqueda, relacionada con los temas de estudio del presente proyecto trabajo de grado, se tomaron algunos documentos de los cuales se tomaron como referencia y se pudo interpretar lo siguiente:

Para el año 2018 se empezó a implementar la metodología BIM en la construcción en el sector público en Pakistán, mencionando que la construcción en el sector de Pakistán se ha desarrollado rápidamente con una tasa de crecimiento más alta del 9,05% durante el período 2016-2017. Sin embargo, se observa un pobre historial de completar los proyectos en tiempo asignado, costo y con los resultados deseados. Una de las razones de un rendimiento tan deficiente es apegarse a las prácticas de gestión tradicionales que pueden superarse fácilmente con la implementación del modelado de información de construcción. (ICCREM, 2018)

Para el mismo año 2018, se logra evidenciar un artículo el cual enfoca el uso del BIM en la fase de licitación en los procesos, mencionando que el uso de BIM en la fase de licitación es un punto de ruptura predeterminado en la cadena de proceso digital. Las discusiones actuales sobre el método de modelado de información de construcción (BIM) están impulsados por enfoques visionarios e idealistas. Se hace hincapié en las oportunidades que ofrece la documentación basada en modelos y el intercambio de datos del proyecto en todo el ciclo de vida del proyecto. (Schwerdtner, 2018)

Con relación a lo anterior desde el 2018 en Alemania se ve a grandes rasgos la implementación de la metodología BIM para la contratación en el sector público, menciona un Modelo de proceso de licitación y adjudicación según ley de adquisiciones para proyectos BIM. El objetivo es seleccionar licitadores adecuados con conocimientos suficientes en Modelado de información de construcción, aunque no existe una amplia experiencia en el mercado alemán. Dado que el sector público en Alemania quiere implementar BIM para infraestructura se aplica la ley de contratación pública para entidades adjudicadoras sectoriales. (Bergmann, 2018)

En el desarrollo de la información obtenida se evidencia que para el año 2018, Alemania se encontraba realizando grandes pasos con el fin de consolidar la metodología BIM en el sector público, en donde busca efectuar el marco legal para la implementación BIM, examina la compatibilidad de la normativa nacional vigente en materia de licitación, contratación y pago de servicios de diseño utilizando el método Building Information Modeling (BIM). Además, se han elaborado sugerencias para tener en cuenta las condiciones del marco legal imperante en Alemania. En particular, se muestra qué temas se deben considerar desde el principio y cómo un enfoque típico BIM del proyecto se puede estructurar. Además, se analizan la integridad de los datos, la responsabilidad y los derechos de explotación. (Klemt-Albert, 2018)

Para el año 2019 se logra evidenciar mediante unas actas de conferencia internacional sobre arquitectura e ingeniería civil, como Hong Kong maneja unos estándares BIM que se derivan en desarrollo, impacto y futuro y de ahí que se menciona que compara el modelado de información de construcción (BIM) estándares y pautas en la RAEHK (Región Administrativa Especial de Hong Kong), analiza críticamente los impactos conocidos y potenciales de varios estándares en la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC), y recomienda un marco BIM estándar y metodología de desarrollo para la RAEHK. (Ho, 2019)

Para el presente año 2020 es interesante indagar en las lecciones aprendidas de acuerdo a la contingencia vivida por la situación que aún se vive a casusa de la pandemia generada por el covid-19, y que mejor que identificarlas y optimizarlas en tiempo su ejecución aplicando la metodología BIM. Las lecciones aprendidas del proyecto del Hospital Leishenshan en Wuhan, con el brote de la epidemia del nuevo coronavirus de 2019 (COVID-19), en enero de 2020, el número creciente de casos confirmados y sospechosos sobrepasó la capacidad de admisión de los hospitales designados. Se diseñaron, construyeron y pusieron en marcha dos hospitales de campo especializados, Huoshenshan y Leishenshan, en un tiempo récord (9 a 12 días) para abordar el brote. El modelado de información de construcción (BIM) permitió la creación, gestión y comunicación ultrarrápidas de información relacionada con el proyecto, lo que resultó en el desarrollo exitoso de este hospital especializado en enfermedades infecciosas completamente funcional y de última generación. Con el desafortunado brote internacional de COVID-19 en curso, muchos países y regiones enfrentan problemas similares de capacidad

hospitalaria. Por lo tanto, se espera que las lecciones aprendidas del diseño, la construcción y la puesta en servicio del Hospital Leishenshan puedan proporcionar una referencia valiosa para el desarrollo de hospitales de campo especializados en otros países y regiones. (Luo, 2020)

Ahora bien, que se viene para el futuro y proyecciones que se vienen definiendo para el año 2021; BIM en los países de América Latina: un análisis de la evolución de la regulación, la transformación digital en la industria de la construcción ha sido impulsada por iniciativas para la adopción macro de tecnologías de la información y la comunicación impulsadas por gobiernos e instituciones sin fines de lucro en varios países. Una de las tendencias a las que se dirigen estas iniciativas es la regulación del Modelado de Información de Edificios, que ya atraviesa barreras culturales y organizacionales. (Machado, 2021)

4 METODOLOGÍA

4.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

La metodología que se empleara en esta investigación consta de 4 fases de acuerdo con el cronograma de actividades planteado.

- **Fase 1:** Recopilación, búsqueda y organización de información que permita indagar la situación actual en el municipio de Soacha, el estado de la contratación de obras públicas (Planeación, Ejecución, Control, Operación y Mantenimiento), lo que permita generar lecciones aprendidas. Adicionalmente se hará indagación acerca de las entidades que realizan contrataciones de obras civiles en el municipio toda vez que se requiere conocer su organización, relación con la metodología BIM, organigrama y enfoques institucionales.

Esta información será recopilada y organizada en una muestra de diez (10) contratos en ejecución en el municipio de Soacha en los cuales se evidencie la no aplicación de la metodología BIM.

- **Fase 2:** Recopilación, búsqueda y organización de información detallada de implementación BIM en empresas del sector de la construcción y su aplicación en el sector público a través de encuestas realizadas y revisión bibliográfica.

Adicionalmente se entregará información recopilada y organizada relacionada con la percepción BIM que hay en las instituciones que desarrollan proyectos de construcción, toda vez que se requiere conocer el nivel de conocimientos BIM y aplicación de los mismos en las entidades del municipio.

- **Fase 3:** Desarrollo, elaboración y validación del plan metodológico para la implementación BIM en la contratación de obras civiles del sector público en el municipio de Soacha.

El enfoque de la implementación BIM será en contratos de obra ya sea horizontal o vertical en donde la metodología BIM aplique.

- **Fase 4:** Análisis de Resultados y Conclusiones.

4.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para alcanzar los objetivos planteados, se hará uso de herramientas informáticas que permitan (i) realizar la investigación, recopilación y organización de datos referentes a la **Fase 1** y **Fase 2** del presente proyecto entre los cuales están las bases de datos de información proporcionadas por la Universidad Católica De Colombia, navegadores de internet como Google Chrome, software para la elaboración de documentos como Microsoft Word, Google docs, software para la elaboración de hojas de cálculo como Microsoft Excel, Google hojas de cálculo. (ii) Hacer uso de software especializado en metodología BIM ya sea en cuanto modelado 3D, coordinación y colaboración de modelos, programación de obra entre otros. (iii) El uso de software para la elaboración y exposición del trabajo de grado.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La presente investigación está dirigida a optimizar los procesos de contratación de obra pública en el municipio de Soacha, la buena consecución del mismo impactara transversalmente a la comunidad y la gestión de la administración del municipio de Soacha.

También está dirigida a empresas de carácter privado que tienen o pretenden realizar contratos de obra pública con el municipio, ya que serán los directamente responsables de desarrollar los proyectos bajo la metodología BIM.

Adicionalmente el plan metodológico de implementación BIM está dirigido indirectamente a otras instituciones de carácter público que realicen obras de construcción, pues dependiendo del éxito en la implementación de esta metodología en el municipio de Soacha, servirá de ejemplo para otras entidades que vayan a implementarla.

4.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente proyecto tiene como alcance la elaboración y presentación de un plan metodológico el cual sirva como referencia para la implementación de la metodología BIM en las diferentes instituciones o entidades públicas del municipio

de Soacha que desarrollen proyectos de construcción. También servirá como referencia para implementar BIM a empresas que tengan o pretendan contratar obras de construcción con el municipio.

Para esto se tomará como base proyectos de infraestructura de seguridad ciudadana que servirán como base para el desarrollo del plan metodológico y de esta manera ser un ejemplo claro de como implementar BIM en proyectos públicos.

5 PRODUCTOS A ENTREGAR

Con el propósito de dar cumplimiento al objetivo general del presente proyecto y sus respectivos objetivos específicos, y en concordancia con las fases de desarrollo planteadas, en este apartado se desarrolla el plan metodológico para la implementación BIM en proyectos de seguridad ciudadana desarrollados por la secretaría de gobierno del municipio de Soacha.

5.1 PLAN METODOLÓGICO PARA IMPLEMENTACIÓN BIM

El municipio de Soacha Cundinamarca, en su plan de desarrollo para la vigencia 2020-2023, se ha propuesto promover el orden y la buena convivencia de sus ciudadanos, la protección de sus derechos fundamentales, la conservación de la seguridad y protección del espacio público. Para esto se están desarrollando por medio de la Secretaría de Gobierno proyectos cuyo objeto vayan enfocados con las metas del plan de desarrollo, en ese sentido, se han planteado dos proyectos los cuales son la construcción de una estación de policía en la comuna 2 de Soacha y una sala integrada de emergencia y seguridad.

Con el fin de dar cumplimiento a las metas propuestas en el plan de desarrollo, por medio de la Secretaría de Gobierno se ha iniciado el proceso de contratación de los estudios y diseños para la construcción y ejecución de la sala integrada de emergencias y seguridad “SIES” y de la estación de Policía de la comuna No 2.

En ese sentido, este plan metodológico busca por medio de este caso de estudio realizar la implementación de BIM en esta etapa de estudios y diseños y de esta forma dar ejemplo de cómo implementar BIM al proyecto, esto basado en la Guía de Planificación de Ejecución de Proyectos BIM versión 2.2 y sus respectivas plantillas.

5.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN ALCALDÍA DE SOACHA

Con el fin de entender cómo se encuentra organizada la estructura administrativa de la Alcaldía del municipio de Soacha, en donde se pretende implementar la metodología BIM en el desarrollo de infraestructuras de seguridad Ciudadana, se anexa el organigrama de la Alcaldía del Municipio de Soacha.

Anexo.1 “Organigrama Alcaldía Soacha”

5.1.2 PROCESOS PARA LA CREACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS EN LA ENTIDAD ESTATAL A LA ALCALDÍA DE SOACHA CUNDINAMARCA

En este numeral se identifican los procesos administrativos que se deben seguir para que un proyecto promovido por la Alcaldía de Soacha inicie su desarrollo, y pase por las diversas fases que se requieren hasta llegar en primera instancia a la etapa de estudios y diseños.

En este plan metodológico es importante dar a conocer estos procesos administrativos, ya que, si bien no en todos se aplica la metodología BIM es preciso indicar en cuales se puede hacer un potencial uso del BIM, para este caso de estudio en proyectos de seguridad ciudadana.

Por lo anterior, se desarrolló un flujograma del proceso, el cual identifica cada uno de los pasos a seguir para ejecutar proyectos de tipo seguridad ciudadana el cual permita identificar el listado de interesados y los responsables que definan y aporten en el desarrollo de las actividades, además de definir en cual criterio se puede incluir la metodología BIM.

Anexo.2 “Flujograma Proyectos de Infraestructura de Seguridad Ciudadana”

5.1.3 IMPLEMENTACIÓN BIM

Dentro de la literatura especializada en metodología BIM se puede encontrar gran cantidad de información que hable acerca de cómo implementar BIM en un proyecto de construcción. Básicamente todas estas informaciones tienden a los mismos pasos que ya están estandarizados en varios documentos y normas.

El problema es que está información en la industria de la construcción, y más específicamente en el sector público, aún no se conoce en gran medida y es por esto que este plan metodológico busca entregar dicha información de manera más directa y entendible por medio de un caso de estudio para que se pueda implementar la metodología BIM en proyectos de construcción.

En la ilustración 13 adaptada de la Guía de Planificación de Ejecución de Proyectos

BIM versión 2.2 se describen los cuatro pasos principales para la implementación BIM los cuales se van desarrollando y adaptando al caso de estudio de los proyectos de seguridad ciudadana.

Para desarrollar el plan de ejecución BIM se debe reunir un equipo de planificación en las primeras fases del proyecto el cual debe estar conformado por representantes de todas las partes interesadas principales del proyecto (Messner, y otros, 2019). Dado que los proyectos de seguridad ciudadana están en fase de estructuración, para esta se requiere que el equipo para el desarrollo del plan BIM este conformado por:

- **Propietarios del proyecto:** representantes de la Alcaldía de Soacha y de la Secretaría de Gobierno.
- **Diseñadores:** Para este caso los serán representantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia quienes son los encargados de realizar los estudios y diseños del proyecto.
- **Administrador de las futuras instalaciones:** para este caso serán representantes de la Policía Nacional.

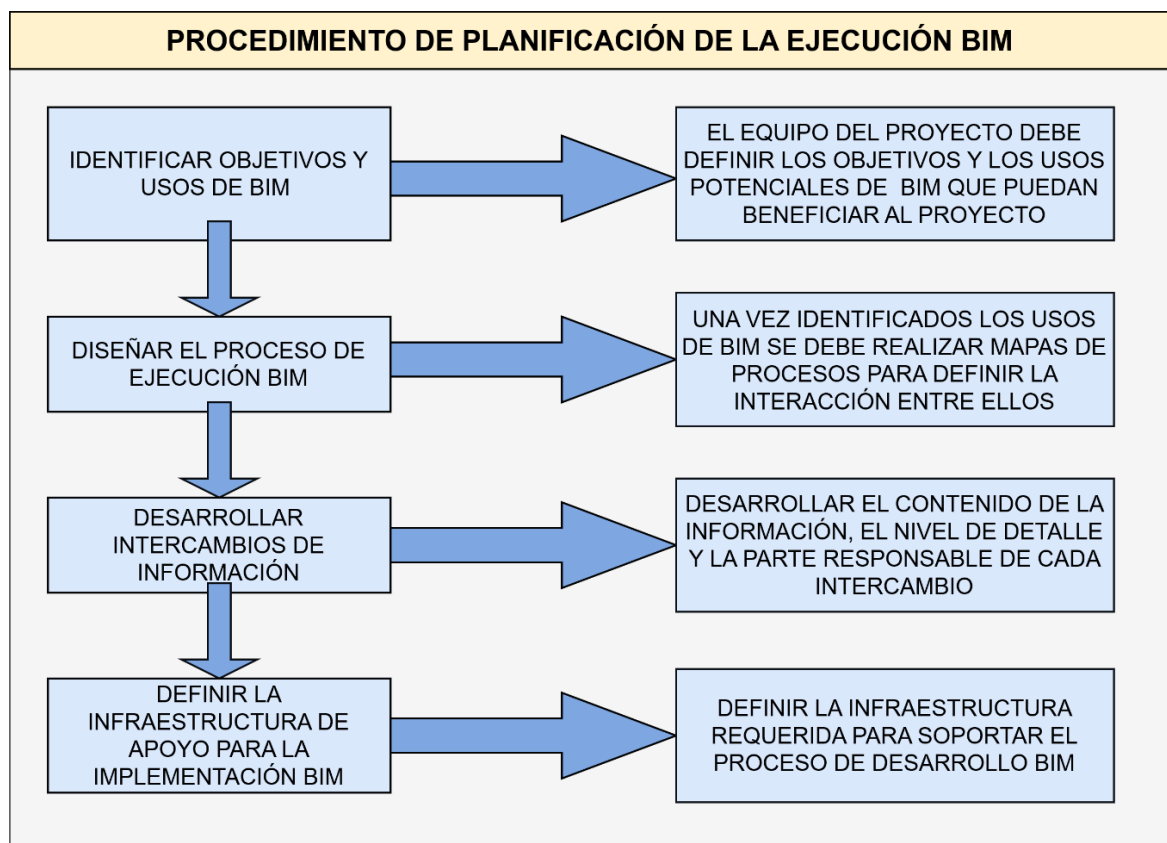


Ilustración 12. Procedimiento de planificación de la ejecución BIM. Fuente elaboración propia basada en la Guía de planificación de ejecución de proyectos BIM - Versión 2.2

También se debe tener en cuenta a otros interesados del proyecto como a los contratistas principales y subcontratistas además de profesionales en áreas especializadas, pero para este caso no se tiene en cuenta contratista de obra, puesto que para el desarrollo de este tipo de proyectos de infraestructura desde cero es importante se cuente con los estudios y diseños, y luego una vez aprobados los mismos se estructura la contratación de la obra, por lo anterior el municipio aún no tiene contratado al ejecutor de la obra.

Dentro del equipo conformado para el desarrollo del plan BIM se debe nombrar un líder quien será el encargado de coordinar las reuniones para la elaboración del plan, así como compilar la información e intercambiarla entre las partes (Messner, y otros, 2019). Para el caso de estudio la parte interesada del proyecto que se encargará de este proceso serán los diseñadores.

Para tener un proyecto exitoso utilizando BIM, la coordinación y colaboración total de todas las partes es una necesidad absoluta, es por esto que se deben planificar y coordinar reuniones donde representantes de todas las partes interesadas puedan participar y construir de manera conjunta el plan BIM (Messner, y otros, 2019).

5.1.3.1 IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS Y USOS DE BIM

En este punto se deben definir los objetivos del proyecto y deben ser concordantes con los potenciales usos de BIM que se puedan aplicar en su desarrollo. Estos objetivos van más enfocados al desempeño del proyecto en sí y no a la función que va a cumplir, para este caso la estación de policía y el SIES, son proyectos cuyo objeto principal es garantizar la seguridad a la ciudadanía. Los objetivos del desarrollo del proyecto en cuanto a construcción se refieren se deben enfocar en optimizar los costos y tiempos de ejecución, asegurar la calidad y estabilidad de la obra, así como mejorar las operaciones de las instalaciones (Messner, y otros, 2019). De esta forma se puede relacionar los usos BIM que se van a dar al proyecto de acuerdo a los objetivos planteados para su ejecución.

Dentro de la Guía de Planificación de Ejecución de Proyectos BIM versión 2.2 se puede encontrar una plantilla que está diseñada para identificar y organizar los objetivos y los usos de BIM que se apliquen. Teniendo en cuenta que para el proyecto de caso de estudio está en fase de estudios y diseños, se plantean objetivos y usos de BIM que vayan acorde con el alcance de esta fase del proyecto.

En cuanto los usos de BIM, estos son métodos de aplicación de la metodología BIM que ocurren a lo largo del ciclo de vida del proyecto desde las fases de planificación y diseño pasando por la etapa de construcción hasta llegar a la etapa de operación e incluso en algunos casos o proyectos se ha hablado de la etapa de desmantelamiento o demolición (Plan bim, 2019)

Los usos de BIM deben estar correlacionados con los objetivos que se tienen para el desarrollo exitoso del proyecto, es decir, por cada objetivo planteado se debe asignar uno o más usos de BIM, el que más se ajuste a la meta planteada. En la Guía de Planificación de Ejecución de Proyectos BIM versión 2.2 se definen veinticinco usos de BIM los cuales se pueden observar en la ilustración 12 distribuidos por cada fase del proyecto.

En la ilustración 14 se puede ver por ejemplo que, el uso BIM de planificación de cantidades y costos está en cada fase del proyecto, pues desde el inicio se debe establecer el costo del mismo y determinar las cantidades de obra, en la etapa de construcción se debe llevar un control del costo del proyecto, y en la etapa de operación se debe hacer un análisis del costo de construcción de la obra así como los costos de operación, todo esto mediante el uso de BIM.

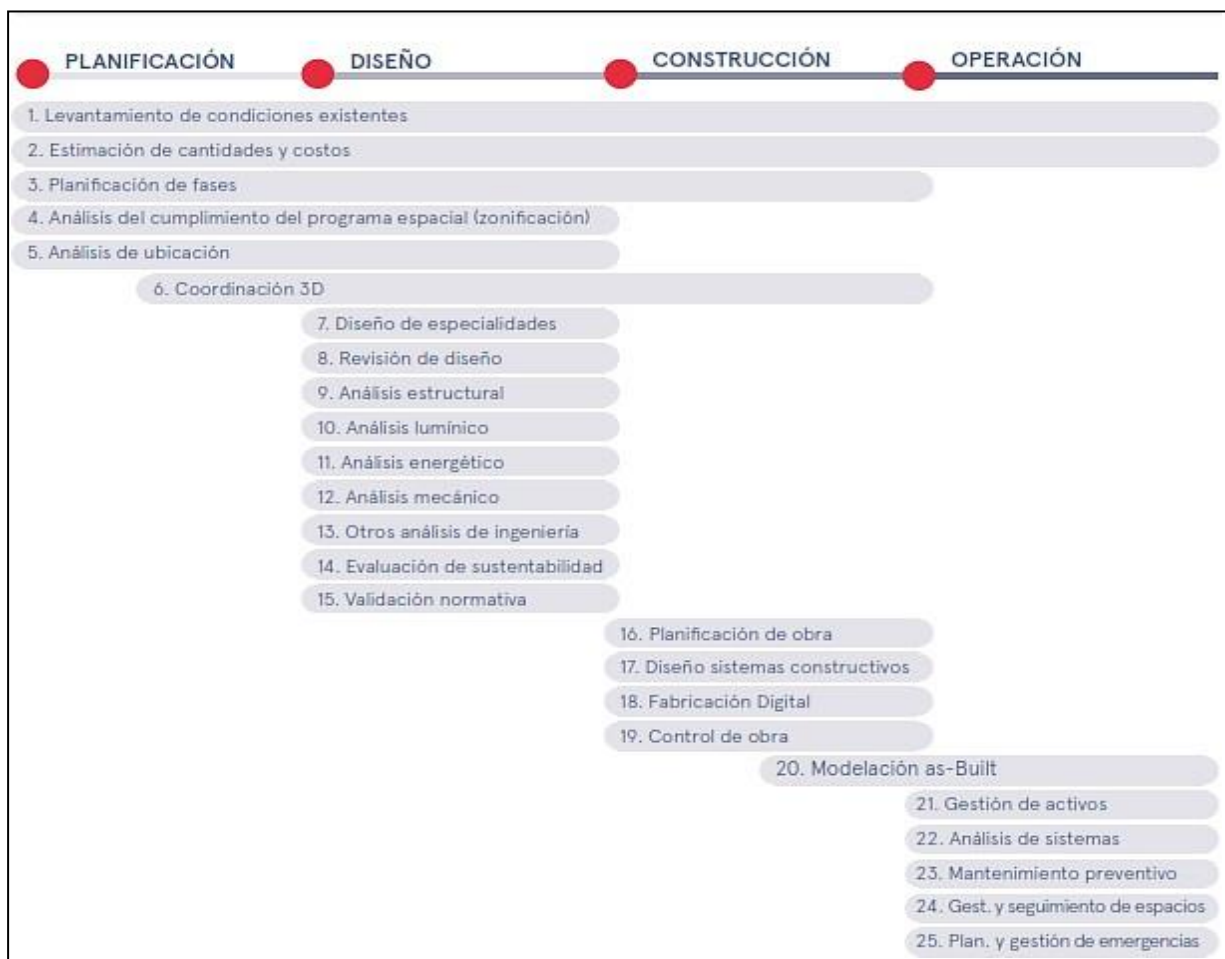


Ilustración 13. "Usos BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto" fuente: Estándar Bim para proyectos públicos

De acuerdo con la imagen anterior para los proyectos de seguridad ciudadana se puede aplicar los usos BIM que están en la etapa de planificación y diseño y que estén enfocados con los objetivos BIM del proyecto.

En la tabla 2 se clasifican y se identifican los objetivos del proyecto de estudios y diseños para la construcción y ejecución de la sala integrada de emergencias y seguridad “SIES” y de la estación de Policía de la comuna No 2, y se asignan los respectivos usos de BIM para cumplir con dichos objetivos.

OBJETIVOS DEL PROYECTO: estudios y diseños para la construcción y ejecución de la sala integrada de emergencias y seguridad “SIES” y de la estación de Policía de la comuna No 2.		
PRIORIDAD	OBJETIVO DE PROYECTO	POTENCIAL USO DE BIM
1 = Más importante		
1	Asegurar la calidad de los diseños, planos, modelos y toda información que se genere a raíz de los estudios de este proyecto, procurando que esta sea verídica, clara, concisa y organizada.	Estimación de cantidades y costos, Coordinación 3D, Revisión del diseño
1	Establecer un presupuesto lo más acertado posible asegurando precisión en el cálculo de cantidades de obra y costos de las mismas, y conseguir la optimización de los recursos asignados a la obra mediante la reducción del costo del proyecto.	Estimación de cantidades y costos (modelo 5D)
1	Conseguir un cronograma de obra que reduzca el tiempo general de ejecución de obra.	Planificación de las fases (modelo 4D)
1	Coordinar los modelos principales del proyecto (arquitectura, estructura, redes) con el fin de evaluar interferencias y corregirlas en etapa de diseño.	Coordinación 3D
2	garantizar una localización del proyecto adecuada mediante una buena ubicación del predio.	Levantamiento de condiciones Existentes
2	Por medio de revisión a modelos 3D validar múltiples aspectos del diseño arquitectónico.	Revisión del diseño
2	Garantizar la estabilidad estructural cumpliendo con las normas de sismoresistencia.	Análisis estructural
2	asegurar calidad en estudios especiales de ingeniería tales como análisis bioclimáticos, acústicos, lumínicos, accesibilidad entre otros.	Diseño de especialidades, análisis lumínico, análisis energético, análisis mecánico

Tabla 2 Objetivos del proyecto y usos de BIM acordes a las metas planteadas. Fuente elaboración propia, plantilla tomada de Guía de Planificación de Ejecución de Proyectos BIM versión 2.2.

5.1.3.2 MAPA DE PROCESOS PARA IMPLEMETAR LOS USOS DE BIM EN EL PROYECTO

Luego de identificar los usos BIM concordantes con los objetivos planteados para el proyecto, se debe realizar un mapeo de los procesos que se requieren para hacer una correcta implementación de los usos de BIM donde se aclare las fases del proyecto (planificación, diseño, construcción, operación) en el cual se implementa cada uso, se identifique los intercambios de información que se compartirán entre las múltiples disciplinas (arquitectura, estructura, redes, entre otras), se asigne un responsable en cada uso, y se tenga una comprensión de cómo y en qué fase del proyecto se debe implementar cada uso de BIM.

Anexo.3 “Mapa de procesos para implementar usos BIM en las fases del proyecto”

5.1.3.3 DESARROLLO DE INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN

Cada uso de BIM trae consigo cierta cantidad de información referente al desarrollo del proyecto, y esta debe ser intercambiada entre cada disciplina a medida que se avanza en las fases del ciclo de vida del proyecto. Para esto se requiere que la información producida en cada uso de BIM sea comprendida, organizada y parametrizada.

Para el correcto desarrollo del proyecto es clave que existan métodos establecidos y conocidos por todos, tanto para la gestión de la información como para su intercambio. Estos métodos deben estar apoyados por plataformas habilitantes que faciliten la comunicación y permitan tener trazabilidad de la información y de la toma de decisiones del proyecto (Plan bim, 2019). Definir adecuadamente el intercambio de la información en la implementación BIM es crucial para el éxito de esta metodología, y por consiguiente para el éxito del proyecto, ya que se trata de aplicar de manera eficaz el principio filosófico de la metodología BIM la cual es el trabajo colaborativo entre las disciplinas y actores del proyecto.

Antes de establecer una estrategia para el intercambio de la información se debe conocer que tipo de datos se generan en cada uso de BIM puesto que para cada uno hay una cantidad de información de distinto tipo.

Previamente en la definición de objetivos BIM del proyecto se definieron los usos de BIM, los cuales generan cierto tipo de información. En el documento Estándar BIM para Proyectos Públicos se definen los tipos de información que se genera en el proyecto por cada uso de BIM. Para el caso de estudio, en la tabla 3 se definieron los siguientes tipos de uso y se presenta el tipo de información que estos generan.

Proyecto	Estudios y diseños para la construcción y ejecución de la sala integrada de emergencias y seguridad “SIES” y de la estación de Policía de la comuna No 2	
Uso BIM	Tipo de información	CODIGO SEGÚN ESTANDAR BIM PARA PROYECTOS PUBLICOS (PLAN BIM)
Levantamiento de condiciones existentes	Información general del proyecto	TDI_A
	Propiedades físicas y geométricas	TDI_B
	Propiedades geográficas y de localización espacial	TDI_C
	Condiciones del sitio y medioambientales	TDI_I
	Cumplimiento normativo	TDI_K
Estimación de cantidades y costos (modelo 5D)	Información general del proyecto	TDI_A
	Propiedades físicas y geométricas	TDI_B
	Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor	TDI_D
	Especificaciones técnicas	TDI_E
	Requerimientos y estimación de costos	TDI_F
	Requerimientos de fases secuencia de tiempo y calendarización	TDI_L
	Logística y secuencia de construcción	TDI_M
	Gestión de activos	TDI_O
Planificación de las fases (modelo 4D)	Información general del proyecto	TDI_A
	Propiedades físicas y geométricas	TDI_B
	Propiedades geográficas y de localización espacial	TDI_C
	Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor	TDI_D
	Especificaciones técnicas	TDI_E
	Condiciones del sitio y medioambientales	TDI_I
	Requerimientos de fases secuencia de tiempo y calendarización	TDI_L
	Logística y secuencia de construcción	TDI_M
Coordinación 3D	Información general del proyecto	TDI_A
	Propiedades físicas y geométricas	TDI_B
	Propiedades geográficas y de localización espacial	TDI_C
	Especificaciones técnicas	TDI_E
	Condiciones del sitio y medioambientales	TDI_I
	Requerimientos de fases secuencia de tiempo y calendarización	TDI_L

Proyecto	Estudios y diseños para la construcción y ejecución de la sala integrada de emergencias y seguridad “SIES” y de la estación de Policía de la comuna No 2	
Uso BIM	Tipo de información	CODIGO SEGÚN ESTANDAR BIM PARA PROYECTOS PUBLICOS (PLAN BIM)
	Logística y secuencia de construcción	TDI_M
Diseño de especialidades	Información general del proyecto	TDI_A
	Propiedades físicas y geométricas	TDI_B
	Propiedades geográficas y de localización espacial	TDI_C
	Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor	TDI_D
	Especificaciones técnicas	TDI_E
	Requerimientos energéticos	TDI_G
	Estándar sostenible	TDI_H
	Condiciones del sitio y medioambientales	TDI_I
	Validación de cumplimiento de programa	TDI_J
	Cumplimiento normativo	TDI_K
Revisión del diseño	Información general del proyecto	TDI_A
	Propiedades físicas y geométricas	TDI_B
	Propiedades geográficas y de localización espacial	TDI_C
	Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor	TDI_D
	Especificaciones técnicas	TDI_E
	Requerimientos y estimación de costos	TDI_F
	Requerimientos energéticos	TDI_G
	Estándar sostenible	TDI_H
	Condiciones del sitio y medioambientales	TDI_I
	Validación de cumplimiento de programa	TDI_J
	Cumplimiento normativo	TDI_K
Análisis estructural	Información general del proyecto	TDI_A
	Propiedades físicas y geométricas	TDI_B
	Propiedades geográficas y de localización espacial	TDI_C
	Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor	TDI_D
	Especificaciones técnicas	TDI_E
	Condiciones del sitio y medioambientales	TDI_I
	Cumplimiento normativo	TDI_K

Tabla 3 Tipo de información generada en cada uso de BIM. Fuente elaboración propia

Los LOD se clasifican desde LOD 100 hasta LOD 500 como se describe:

-
- LOD500 As Built**
- Instalador: XXXXXX
 - Fecha Instalación: 16/02/2021
 - Proyección Según Nube de puntos
 - Instalador: XXXXXX
 - Fecha Instalación: 16/02/2021
 - Proyecto según Nube de puntos
 - Acabado según Nube de puntos
 - Reparación Cerámico: 20/11/2021
 - Mod. Luminis Vista Mania XXX
 - Instalador: XXX
 - Fecha Instalación: 25/02/2021
 - Proyección según nube de puntos
 - Mod. Luminis 4-8-4
 - GRUPO CLASE: 30, 10, 20, 10 Ventanas y Fachadas
 - Material: XXX
 - Modulo: XXX
 - Núcleo: 4-8-4
 - Transmitancia Térmica: 3.92 W/m²K
 - GRUPO CLASE: 60, 30, 40, 30
 - Reparación de aire primario
 - Chapa Galvanizada (Acabado)
 - Mod. Medición: VNT101
 - GRUPO CLASE: 30, 10, 10, 10 Fachadas in situ
 - Transmitancia Térmica: 0.594 W/m²K
 - Pavimento Capotina 140 x 140x20mm + Clave LV
 - Pavimento Ventilación 3, 20x20mm
 - Pavimento Ventilación 3, 20x20mm
 - Acabado Ventilación Provisional 0, 20x20, 20
 - Ancho Muro: 0,28
 - Escote Cerámico Exterior
 - Escudo Provisional Ventilación
 - Muro MS-049
 - Longitud Muro: 1,80
 - Altura Muro: 3,20
 - Exterior Price: 0,30
 - Superior del Muro: 0,05
 - Pedestal: 0,05
 - Ventana Vis
 - Ancho: 1,20
 - Altura: 1,50
- LOD400**
- LOD300**
- LOD200**
- LOD100**
- BIMnD**
BUILDING NEW DIMENSIONS ESPAÑA

40

Teniendo en cuenta lo anterior y aplicando al caso de estudio para los proyectos de seguridad ciudadana y que estos a su vez están en la fase de planificación y diseño, se plantea que para estas primeras etapas se llegue a un nivel de detalle 300.

Como se puede ver en los párrafos anteriores, la información que se produce al implementar la metodología BIM no solo es grafica sino también hay información no grafica que va desde informes, especificaciones, normas, memorias entre muchas más. Para el manejo de esta información se debe establecer una estrategia que permita mantener el orden transversalmente en el ciclo de vida del proyecto.

En este punto se debe hacer uso de un entorno común de datos (CDE). Un CDE es una plataforma donde se puede almacenar, organizar, distribuir, compartir, gestionar toda la información que se produzca en el desarrollo del proyecto. Este CDE no necesariamente puede ser visto como un servicio de almacenamiento en la nube o un servidor central de una empresa, sino que se puede distribuir en diferentes plataformas y métodos de gestión de la información.

Plataforma para modelos interdisciplinarios: esta puede ser una plataforma de colaboración entre las disciplinas del proyecto (arquitectura, estructura, redes) donde se intercambie la información, se coordinen los modelos, y se gestionen los diferentes cambios realizados. Generalmente los software de modelado 3D traen integrado una interfaz de colaboración que permite vincular modelos y gestionar los diferentes cambios que cada disciplina requiera.

Plataforma de gestión documental: esta puede ser un servicio de almacenamiento en la nube o un servidor central de la organización donde se almacene, comparta y gestione la información no gráfica o de modelado 3D.

Formatos de intercambio de información: en la implementación BIM lo ideal es que las tres disciplinas principales del proyecto se diseñen y modelen en un mismo software y una misma casa matriz, por ejemplo, Autodesk tiene variedad de programas de diseño entre ellos Revit para modelado 3D, y Navisworks para coordinación de modelados 4D y 5D. Estos dos programas al ser de un mismo desarrollador, el intercambio de información entre estos es directa. Sin embargo, en la práctica, muchas disciplinas se desarrollan en diferentes programas y para permitir su intercambio de información se recomienda implementar formatos IFC (Industry Foundation Clases) el cual es un formato abierto que facilita la interoperabilidad entre programas sin necesidad de conexiones específicas.

Organización de modelos BIM: como se menciona anteriormente, el intercambio de la información debe ser de manera organizada, estructurada y sin ambigüedades y por esto en la implementación BIM se debe establecer una estructura de modelos que tengan aspectos en común como lo son las unidades de medida que para el caso de estudio deben ser en SI (sistema internacional), coordenadas unificadas, niveles coordinados (Plan bim, 2019)

Por otra parte, también es importante establecer nomenclatura para los archivos que se vayan generando en el desarrollo del proyecto. En el documento Estándar BIM para Proyectos Públicos, se sugieren varios tipos de nomenclatura y códigos para nombrar los archivos generados, sin embargo, es importante que dentro de la organización que implemente BIM cuente con un sistema de gestión documental que imparta el orden en la información generada.

5.1.3.4 ESTRUCTURA PARA ELABORACIÓN DE PLAN DE EJECUCIÓN BIM

Llegados a este punto, ya se tiene una concepción de cómo se va a implementar BIM en el proyecto y producto de esto es el plan de ejecución BIM (BEP). El BEP es un documento en el cual se categoriza información referente al proyecto y se contextualiza la forma de implementación BIM que se ajuste a los objetivos y alcances del proyecto.

El BEP es un documento de libre elaboración pues este va a justado según las características de cada proyecto, sin embargo, este debe contener cierta información organizada en una serie de categorías que se aplican según el la fase de estado del proyecto, así como a las necesidades del cliente.

Para el proyecto de caso de estudio y teniendo en cuenta que el alcance actual es la consultoría de estudios y diseños, se elabora un BEP con las siguientes categorías basados tanto en la Guía de Planificación de Ejecución de Proyectos BIM versión 2.2 como en el Estándar BIM para Proyectos Públicos.

Categorías del plan de ejecución BIM

- Información del proyecto
- Objetivos y usos BIM
- Roles y responsabilidades
- Entregables BIM
- Estrategia de colaboración
- Organización de modelos BIM

El plan de ejecución BIM ajustado para el caso de estudio se realiza haciendo uso de las plantillas presentes en el Estándar BIM para Proyectos Públicos, las cuales se encuentran en la página de internet <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/> y estas son ajustables al tipo de proyecto que se quiera implementar BIM según los usos a utilizar.

Anexo.4 “Plan de ejecución BIM”

6 ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS

Durante el desarrollo de este proyecto surge la idea de realizar la implementación BIM tomando como caso de estudio un proyecto en ejecución en la Alcaldía de Soacha Cundinamarca el cual es la consultoría para estudios y diseños para la construcción y ejecución de la sala integrada de emergencias y seguridad “SIES” y de la estación de Policía de la comuna No 2, siendo este proyecto un buen ejemplo de aplicación BIM puesto que parte desde la etapa de planificación y diseño, fases en las cuales se debe centrar un gran esfuerzo en la implementación de la metodología BIM. Como resultado de implementar BIM en este caso de estudio se obtiene i) el plan metodológico para la implementación BIM desarrollado mediante un caso de estudio. ii) el plan de ejecución BIM del proyecto en estudio y sus respectivos documentos o información referente al proyecto.

El principal impacto que se espera con el desarrollo de este proyecto es que la Alcaldía del Municipio de Soacha conozca y en consecuencia adopte el plan metodológico para implementar BIM, entendiendo que el enfoque de implementación está basado en este Municipio, y en ese sentido impacte de forma positiva el desarrollo de sus futuros proyectos de inversión pública.

Otro resultado que se espera es que empresas de sector privado que contraten con el Municipio de Soacha al adoptar e implementar BIM en sus proyectos, obtengan los beneficios que esta metodología trae consigo.

6.1 COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El trabajo desarrollado para implementar BIM en proyectos de seguridad ciudadana responde a la pregunta de investigación de manera acertada, pues en esta se plantea el como implementar BIM en proyectos de seguridad ciudadana.

Para este caso, y luego de la revisión bibliográfica en diferentes fuentes, guías, estándares y normas que han servido como base para plantear una metodología de implementación BIM, se ha resuelto la pregunta de investigación realizando aplicación de estas diversas fuentes de información en los proyectos de seguridad ciudadana como son el SIES y la estación de policía.

7 CONCLUSIONES

- La metodología BIM se ha venido convirtiendo en los últimos años una gran alternativa para gerenciar proyectos de construcción, pues no en vano a hoy ya en muchos países de Europa y América existen normas y estándares para implementar esta metodología en la industria de la construcción. En Colombia se ha avanzado bastante en el tema sin embargo aún falta camino por recorrer pues gran parte de la construcción en el país es de carácter público, y es en estos dónde más problemas se presentan. Es por esto que un acercamiento como lo es este trabajo ayuda a cerrar más esa brecha entre la ignorancia de esta metodología y su aplicación y buena implementación en proyectos públicos.
- Actualmente existe gran cantidad de información acerca de la metodología BIM, hay foros, instituciones educativas que enseñan esta metodología, hay gran cantidad de artículos de investigación, normas y estándares de aplicación, sin embargo, en Colombia hace falta una norma o estándar que permita que las entidades estatales soliciten de manera formal la implementación BIM en sus proyectos tal como se hace en Chile con el Estándar BIM para Proyectos Públicos. Por esto se debe continuar trabajando y mejorando continuamente para que se llegue a ese nivel de madurez BIM en Colombia. Para lograr esto es necesario que las entidades estatales adopten esta metodología, y ya que, la información ya existe, solo hay que tomarla, organizarla, adaptarla y ponerla en práctica para lograr implementar BIM en todo proyecto público en el país.
- La metodología BIM como su nombre lo indica es una manera de gerenciar los proyectos de construcción pues para su implementación se debe tener en cuenta varias consideraciones entre ellas i) que tipo de entidad estatal va a implementar BIM y como está organizada y preparada para esto. ii) Que tipo de proyecto se va a desarrollar, pues esta metodología aplica para toda la industria de la construcción, pero según sea el caso se aplican diferentes usos de BIM los cuales deben ser estudiados e implementados de acuerdo a las fases del proyecto, los objetivos del mismo, condiciones físicas y económicas. iii) Para la implementación exitosa de BIM se requiere de una buena gestión, y con esto se hace referencia no solo a tener conocimientos en metodología BIM, sino que se requiere de un buen equipo de trabajo liderado por personas integrales y capacidades en elaboración de presupuestos, cronogramas de obra, análisis financieros, gestión de los recursos humanos, gestión de los riesgos.
- La metodología BIM claramente es una tendencia de gerencia de obras en el país pues su implementación permite optimizar en muchas formas el desarrollo de los proyectos de construcción. Por lo anterior, este proyecto de grado aporta al desarrollo de esta metodología en proyectos de sector

público, pues se presenta una implementación por medio de un caso de estudio y esta puede ser replicada en diferentes proyectos.

- El desarrollo de este trabajo deja aprendizaje en varias áreas de estudio, en primera medida el conocimiento adquirido en lo que concierne a la metodología BIM, por otra parte, se logra comprender el cómo está estructurada una entidad estatal como lo es la Alcaldía de Soacha y además el método para estructurar y desarrollar proyectos basado en el cumplimiento del plan de desarrollo del municipio.

Además de lo anterior, con este tipo de trabajos se fortalece el pensamiento crítico e investigativo, lo cual para un gerente de proyectos es vital en el ejercicio de sus funciones toda vez que en todo momento se ve enfrentado a situaciones por resolver, toma de decisiones, búsqueda constante de nuevas formas de lograr objetivos, capacidad de negociación entre muchas cualidades más que se logran no solo con la información de las asignaturas impartidas en un aula de clase sino con el desarrollo de las capacidades para indagar, analizar, escribir y desarrollar un trabajo de tipo investigativo.

- El resultado de este trabajo es un plan de ejecución BIM lo que indica que se ha logrado los objetivos planteados para este proyecto, identificando en primera medida el tipo de proyecto, con sus características propias y un alcance definido. BIM permite que se integre un modelo gerencial que optimice todos los procesos que interactúan en el desarrollo del proyecto desde la formulación, estudios y diseños, construcción y puesta en marcha y operación.
- Implementar BIM no es un proceso sencillo, pues para esto se requiere un esfuerzo e inversión alta por parte de la organización que lo requiera, adicional a esto y como se ha presentado en el trabajo cada proyecto tiene características diferentes por lo tanto encontrar un modelo estricto a seguir para implementar BIM, sería una tarea dispendiosa y esto puede generar que no se logre buenos resultados. Este proyecto de grado ha presentado una metodología mediante cuatro pasos que no son de estricto cumplimiento, sin embargo, están basados en estándares que se pueden ajustar a diferentes proyectos de construcción.

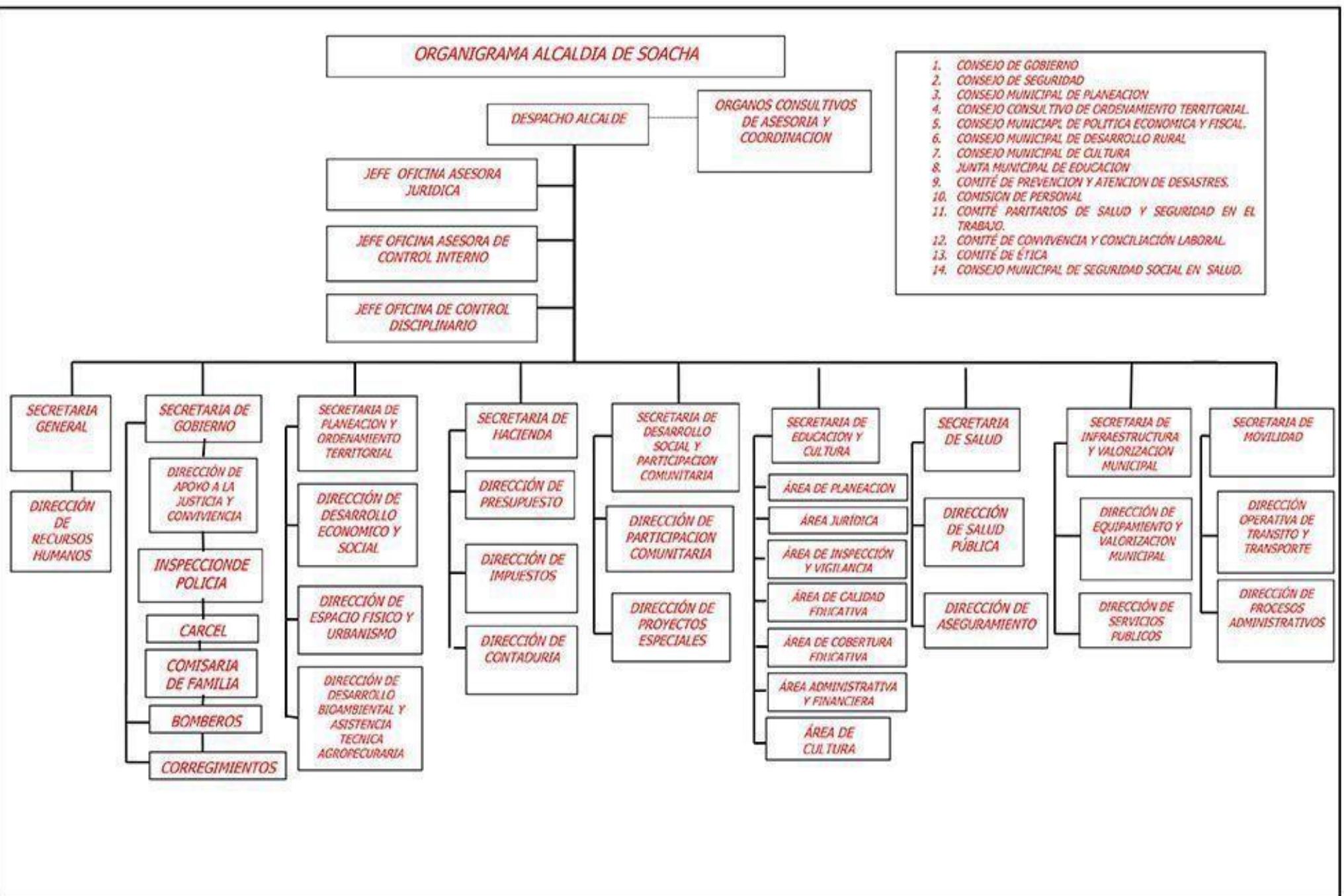
8. BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDIA LOCAL DE BARRIOS UNIDOS. (4 de Febrero de 2019). Obtenido de ALCALDIA LOCAL DE BARRIOS UNIDOS: <http://www.barriosunidos.gov.co/mi-localidad/conociendo-mi-localidad/historia>
- Bergmann, M. &. (2018). Modelo de proceso para el llamado a licitación y adjudicación según ley de adquisiciones para BIMproyectos que se muestran en el ejemplo del proyecto piloto. *Bautechnik*, 198-206.
- BIM, A. A. (2020). *ASOBIM Asociacion Colombiana BIM* . Obtenido de ASOBIM Asociacion Colombiana BIM : <http://asociacioncolombianabim.co/recursos/bim-en-el-mundo/>
- BIMnD. (2021). *¿Qué es el LOD en metodología BIM?* Obtenido de BIMnD Building new dimensions: <https://www.bimnd.es/lo-d-la-metodologia-bim/>
- BLANCO. (2015). MASTER EN GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN.
- Brito. (2021). Una investigación de los requisitos contractuales para BIM adopción en el sector publico brasileño. *Notas de la conferencia en ingeniería civil*, (págs. 395-408). Salvador, Brasil.
- Building Smart. (2020). *¿Qué es BIM?* Obtenido de Building Smart Spain: <https://www.buildingsmart.es/bim/qu%C3%A9-es/>
- Cerón, I. A., & Liévano Ramos, D. A. (noviembre de 2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Católica De Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15347/1/PLAN%20DE%20IMPLEMENTACI%C3%93N%20DE%20METODOLOGIA%20BIM.pdf>
- Colombia Compra Eficiente. (2020). *Guía para Procesos de Contratación de obra pública*. Obtenido de Colombiacompra.gov.co: https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/cce_guia_obra_publica.pdf
- Construir, E. (2019). *¿Por que las empresas deben implementar BIM en sus procesos?* *Construir* .
- DANE. (14 de Febrero de 2020). *Boletín Técnico Producto Interno Bruto (PIB) IV Trimestre de 2019*. Obtenido de DANE: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IVtrim19_produccion_y_gasto.pdf
- DANE, D. A. (2020). *Boletín Técnico Producto Interno Bruto (PIB) I trimestre 2020 preliminar*.
- Departamento Nacional de Planeación . (5 de noviembre de 2020). *Estrategia Nacional BIM 2020 - 2026*. Obtenido de dnp.gov.co: colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf
- Eadic Escuela Técnica. (2017). Tema 1. BIM. Conceptos Generales. En A. Cabello Morales, *Tema 1. BIM. Conceptos Generales*. Madrid.
- EADIC Escuela Técnica. (2017). Tema 1. Coordinación y supervisión de modelos vinculados, trabajo colaborativo y coordinación multidisciplinar. En J. Oliva,

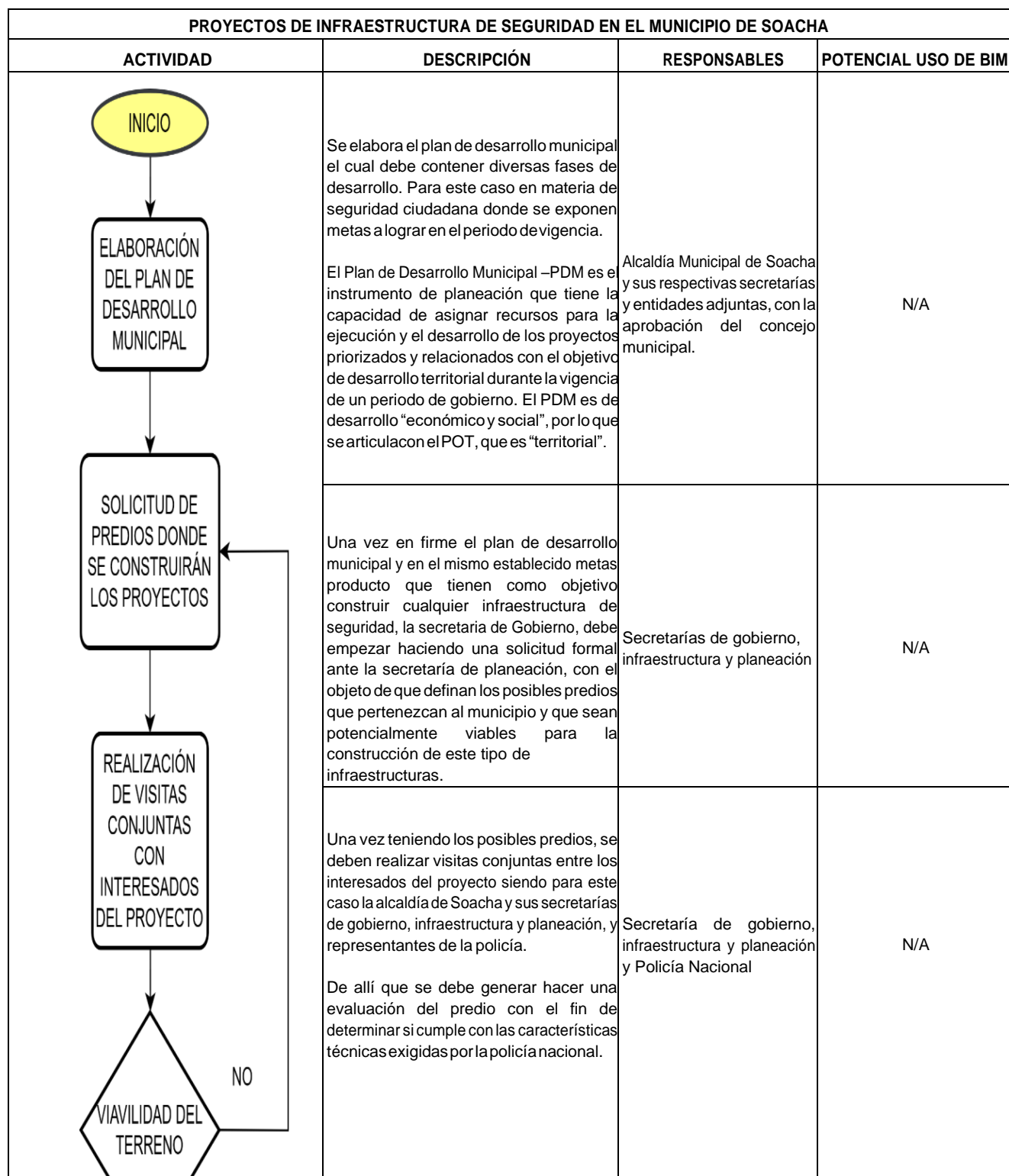
- Tema 1. Coordinación y supervisión de modelos vinculados, trabajo colaborativo y coordinación multidisciplinar* (págs. 4-7). Madrid.
- EADIC Escuela Técnica. (2017). Tema 2. Implementación BIM. En A. Morales Cabello, *Tema 2. Implementación BIM* (págs. 4-7-29-42). Madrid.
- ECURED. (s.f.). *ECURED*. Recuperado el 09 de abril de 2021, de [https://www.ecured.cu/Estructuras_\(Construcci%C3%B3n\)](https://www.ecured.cu/Estructuras_(Construcci%C3%B3n))
- Florez Domínguez, M. V., & García Murillo, C. L. (29 de Junio de 2018). *PROPUESTA DE UN ESTÁNDAR PARA IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA BIM EN OBRAS DE EDIFICACIÓN FINANCIADAS CON RECURSOS PÚBLICOS EN COLOMBIA*. Obtenido de repository.javeriana.edu.co: [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/40875/Document o.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/40875/Document%20o.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- FLOREZ, H. H. (2020). IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BIM EN EL PROYECTO CARRA- CUSEZAR PARA LA SUPERVISION . *Universidad Católica* , 18.
- Ho, H. (2019). Bimestándares en hong kong: desarrollo, impacto y futuro. *Actas de la Conferencia Internacional Anual sobre Arquitectura e Ingeniería Civil*, (págs. 519-527). Hong Kong.
- ICCREM. (2018). tecnologia innovadora y construccion inteligente. *Actas de la Conferencia internacional sobre construccion y Gestion Inmobiliaria 2018.*, (págs. 42-51). Charleston; Estados Unidos.
- Klemt-Albert, K. a. (2018). Marco legal para la implementación de BIM. *Bautechnik*, 207-214.
- Luo, H. L. (2020). Entrega ultrarrápida de hospitales de campo especializados para combatir COVID-19: lecciones aprendidas del proyecto del Hospital Leishenshan en Wuhan. *Automatización en la construcción*.
- Machado, F. D. (2021). BIM en los países de América Latina: un análisis de la evolución de la regulación. *Notas de la conferencia en ingeniería civil*, (págs. 425-451). Campinas SP.
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., . . . Zikic, N. (2019). *Guía de planificación de ejecución de proyectos BIM - Versión 2.2*. Obtenido de Computer Integration Construction Research Program: <http://bim.psu.edu>
- Mojica Arboleda, Valencia Rivera, Gomez Cabrera, & Alvarado Vargas. (2016). Planificación y control de proyectos aplicando "Building Information Modeling" un estudio de caso. *Ingeniería Revista Academica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autonoma de Yucatán*, 35.
- Moreno, A. (2020). *El BIM aplicado en el sector público*. Obtenido de Universidad Continental: <https://blogposgrado.ucontinental.edu.pe/el-bim-aplicado-en-el-sector-publico>
- Plan bim. (2019). *Estandar Bim Para Proyectos Publicos Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores*. Obtenido de Plan Bim: <https://planbim.cl/>
- Planeacion, D. N., & Terridata. (2020). *Soacha, Colombia* . Soacha, Cundinamarca : DNP; GOBIERNO DE COLOMBIA; TERRIDATA .

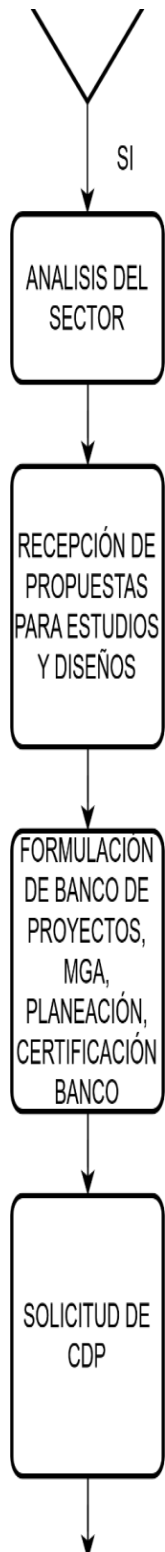
- Porras Díaz , H., Sanchez Rivera , O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 48.
- Portafolio. (2020). BIM, la clave detrás de las construcciones inteligentes. *Portafolio*, págs. 1-16.
- Sandoval Carreño, D. A., Bermúdez Becerra, E. M., & Torres Fonseca, H. B. (junio de 2018). *PLANTEAMIENTO GERENCIAL DE UNA ESTRATEGIA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE LOS METODOS ALTERNATIVOS DE ENTREGA DE PROYECTOS Y EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN BIM EN ORGANIZACIONES PYMES DEL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN DE BOGOTÁ D-C*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Católica De Colombia:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16133/1/0.1%20Proy.-%20Grado%20MEP-%26-BIM-07-2018-APA-OK.pdf>
- Schwerdtner. (2018). Uso de BIM en la fase de licitación: ¿un punto de ruptura predeterminado en la cadena de procesos digitales? *Braunschweig*.
- Tarquino, A. H. (11 de Enero de 2019). *Soacha: Elefantes blancos y la desidia gubernamental*. Obtenido de Soacha Ilustrada:
<https://soachailustrada.com/2019/01/elefantes-blancos/>

ANEXO NO. 1. ORGANIGRAMA ALCALDÍA SOACHA



Anexo No. 2. Flujoograma Proyectos de Infraestructura de Seguridad Ciudadana



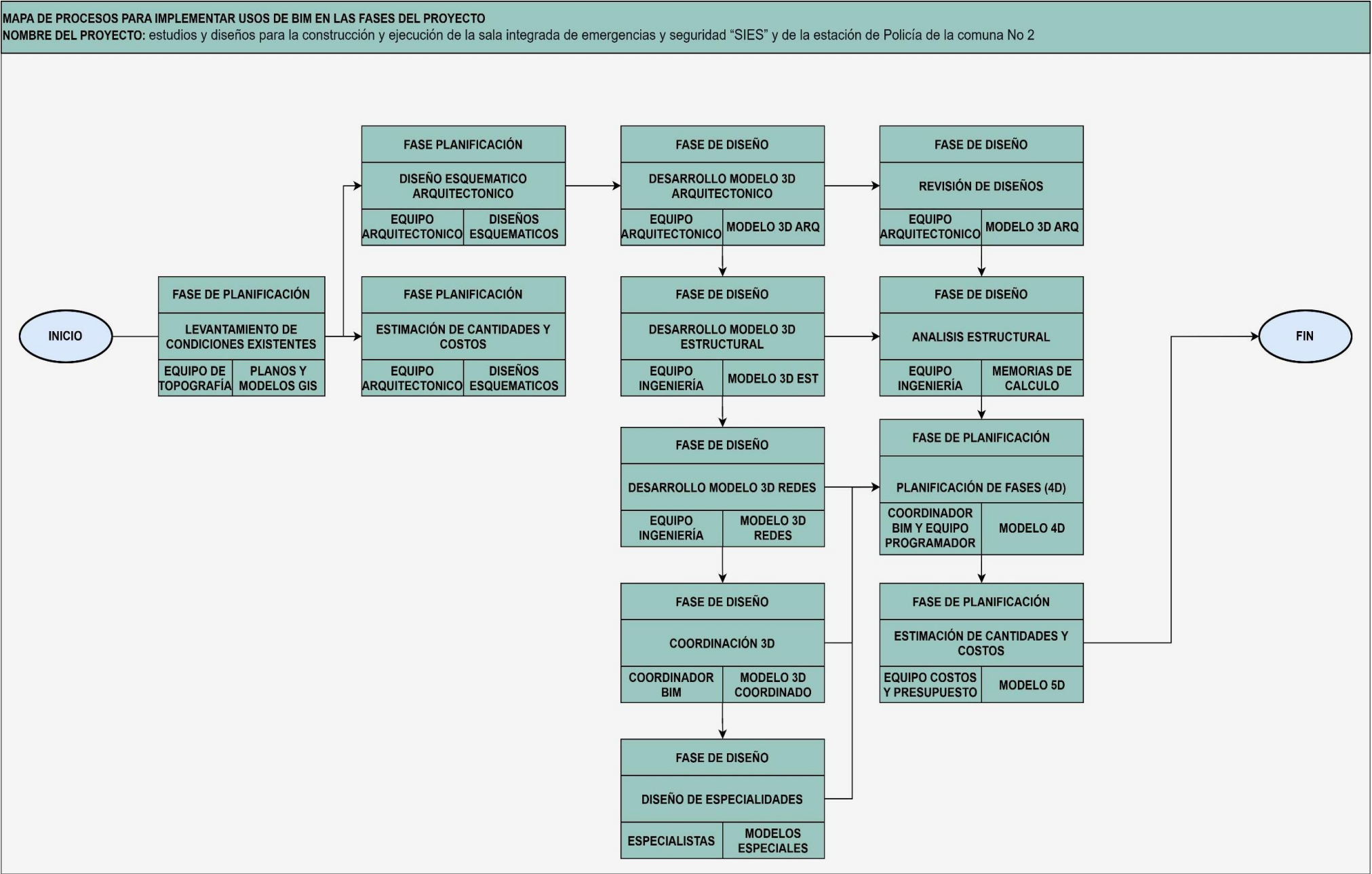


<p>Una vez exista la viabilidad y visto bueno para realizar el proyecto en determinado terreno, se debe realizar un análisis del sector con el fundamento de verificar lo siguiente</p> <p>1. Si el proyecto requiere cofinanciación por parte del Gobierno Nacional o por si lo contrario el municipio financiara el 100% del proyecto.</p> <p>2. Para este tipo de proyectos de infraestructura nueva o desde cero, el análisis del sector debe definir que lo primero a estructurar son los estudios y diseños con el objetivo de tener un producto concreto, para la ejecución del proyecto.</p>	Secretaria de Gobierno	Aplica, puesto que se definen parámetros para incluir la metodología BIM, desde la formulación de la contratación de los estudios y diseños.
<p>Se hace un sondeo en el sector y se invita a potenciales oferentes con suficiente experiencia para desarrollar este tipo de producto.</p>	Secretaria de Gobierno	Aplica, puesto que en la invitación se definen parámetros para la implementación de la metodología BIM, los oferentes deben presentar dentro de sus propuestas el manejo coordinando de cada uno de los entregables con metodología BIM.
<p>Ya definido el costo del proyecto estudios y diseños se procede a estructurar el Banco de proyectos, el cual es una herramienta del sistema de planificación sobre la inversión pública que permite tomar decisiones en la etapa de reinversión e inversión, facilitando la preparación de los planes, programas y proyectos de inversión, racionalidad y consistencia en la asignación del presupuesto para cada vigencia.</p>	Secretaria de Gobierno	Aplica, puesto que, en los formatos establecidos para la formulación, se incluye un capítulo donde se asigne un recurso para la aplicación de la metodología BIM.
<p>Una vez con el banco de proyecto certificado, se debe anexar la necesidad en el PAA, con el objetivo de solicitar el certificado de disponibilidad del proyecto.</p>	Secretaria de Gobierno	N/A



Una vez con la disponibilidad y el análisis del sector realizado, se deriva en estructurar el estudio de necesidad del cual debe incluir, descripción de la necesidad que pretende satisfacer la contratación, estudio del sector, análisis de riesgo y la forma de mitigarlo, objeto, alcance, condiciones técnicas exigidas, plazo de ejecución, lugar de ejecución, forma de pago, obligaciones generales, obligaciones específicas, ya estructurado el estudio previo, se procedo a realizar la minuta del contrato con el mejor oferente.	Secretaria de Gobierno	Aplica, puesto que en la minuta se incluyen parámetros para incluir la metodología BIM, en la contratación de los estudios y diseños.
Una vez el contrato suscrito se procede a supervisar el desarrollo del mismo	Secretaria de Gobierno, Planeación e Infraestructura.	Aplica, en cada uno de los productos que se pretenden entregar, dado que cada uno de ellos debe aplicar la modelación BIM.
Se debe verificar cada uno de los entregables, en cada una de los campos de la ingeniería que se deben desarrollar en los proyectos de infraestructura.	Secretaria de Gobierno, Planeación e Infraestructura.	Aplica, en cada uno de los productos que se pretenden entregar, dado que cada uno de ellos debe aplicar la modelación BIM.
Una vez con el producto y todos los entregables, se deben continuar con la formulación con la ejecución del proyecto de la construcción de la obra.	Secretaria de Gobierno, Planeación e Infraestructura.	Aplica, dado que en la ejecución y construcción del proyecto se debe implementar un seguimiento y gerencia de obra aplicando la metodología BIM.

Anexo.3 Mapa de procesos para implementar usos BIM en las fases del proyecto



Plan de Ejecución BIM Definitivo

Nº de documento:
Fecha:
Revisión:
Estado:

Revisión	Estatus	Página	Enmienda	Fecha	Por

Introducción

En el Plan de Ejecución BIM Definitivo el Proveedor Adjudicado debe demostrar su estrategia de utilización de BIM para el proyecto, así como las capacidades y competencias tanto de su empresa como su cadena de suministro para cumplir con los requisitos de información del cliente indicados.

La información entregada a través del PEB Definitivo debe cumplir con lo indicado en el Estándar BIM para Proyectos Públicos: Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores.

A. Empresas Participantes

Indique las empresas que participarán en el proyecto

Formulario 01 PEB Definitivo. Empresas participantes

Empresa	Especialidad	Código	Nombre Responsable
Universidad de Antioquia - CESET	Consultoría estudios y diseños	CONS	

Declaración del Proveedor Adjudicado

La información entregada en el presente Plan de Ejecución BIM por parte del Proveedor Adjudicado ha sido acordado por los representantes del equipo del proyecto mencionados anteriormente, quienes cuentan con la autorización de sus empresas para validar este documento y su uso dentro del proyecto.

B. Objetivos y Usos BIM

B.1. Objetivos de la utilización de BIM en el proyecto

Indique el objetivo general y los objetivos específicos que se señalan en la Solicitud de Información BIM e incorpore los Usos BIM que se relacionan a cada objetivo. Para más información, ver 5.1 del *Estándar BIM para Proyectos Públicos*.

Formulario 02 PEB Definitivo. Objetivo general de la utilización de BIM en el proyecto

Objetivo General

Asegurar la calidad de los diseños, planos, modelos y toda información que se genere a raíz de los estudios de este proyecto, procurando que esta sea verídica, clara, concisa y organizada.

Formulario 03 PEB Definitivo. Objetivos específicos de la Utilización del bim en el proyecto

Objetivos Específicos	Usos BIM relacionados
<i>Establecer un presupuesto lo más acertado posible asegurando precisión en el cálculo de cantidades de obra y costos de las mismas, y conseguir la optimización de los recursos asignados a la obra mediante la reducción del costo del proyecto.</i>	<i>Estimación de cantidades y costos</i>
Conseguir un cronograma de obra que reduzca el tiempo general de ejecución de obra.	Planificación de fases
Coordinar los modelos principales del proyecto (arquitectura, estructura, redes) con el fin de evaluar interferencias y corregirlas en etapa de diseño.	Coordinación 3D
garantizar una localización del proyecto adecuada mediante una buena ubicación del predio.	Levantamiento de condiciones existentes
Por medio de revisión a modelos 3D validar múltiples aspectos del diseño arquitectónico.	Revisión del diseño
Garantizar la estabilidad estructural cumpliendo con las normas de sismo resistencia.	Análisis estructural
asegurar calidad en estudios especiales de ingeniería tales como análisis bioclimáticos, acústicos, lumínicos, accesibilidad entre otros.	Diseño de especialidades

B.2. Usos BIM (PEBDefinitivo)

Indique los principales contactos de cada organización que participa en el proyecto en relación con cada Uso BIM. Agregue el correo electrónico de cada contacto, así como el rol que desempeña dentro de su empresa. Se pueden incluir personas adicionales más adelante en el documento. Para más información, ver 5.6 del *Estándar BIM para Proyectos Públicos*.

Formulario 04 PEB Definitivo. Usos BIM

Uso BIM	Empresa	Rol BIM	Persona Responsable	Disciplina	Profesión	Correo electrónico
Levantamiento de condiciones existentes	CESET	Gestión en BIM		TOP		
Estimación de cantidades y costos	CESET	Gestión en BIM		GER		
Planificación de fases	CESET	Gestión en BIM		GER		
Coordinación 3D	CESET	Coordinación en BIM		GER		
Revisión del diseño	CESET	Revisión en BIM		GER		
Análisis estructural	CESET	Gestión en BIM		EST		
Diseño de especialidades		Gestión en BIM				

C. Entregables BIM y sus Formatos

C.1. Modelos BIM solicitados y sus formatos (PEB Definitivo)

Indique, para cada modelo BIM, la especialidad a la que corresponde, los formatos que se usarán para su desarrollo e intercambio entre proveedores, quién lo desarrollará y quién estará a cargo de su control de calidad. Para más información, ver 5.3 del *Estándar BIM para Proyectos Públicos*.

Formulario 05 PEB Definitivo. Modelos BIM solicitados y sus formatos

[illegible]

D. Estrategia de Colaboración

D.1 Entorno de Datos Compartidos (CDE)

Indique si el CDE está compuesto por una o múltiples plataformas tecnológicas, cuáles son y qué formatos se utilizarán para los requerimientos de información y colaboración. Para más información, ver 5.8.1 del *Estándar BIM para Proyectos Públicos*.

Formulario 08 PEB Definitivo. Entorno de Datos Compartidos

El CDE utilizado está conformado por una sola plataforma

Sí ☒

No ☐

Plataformas y formatos del Entorno de Datos Compartidos

Entorno de Datos Compartidos (CDE):	CDE CESET U DE ANTIOQUIA
Plataforma de colaboración:	BIM 360
Plataforma de gestión documental	ONE DRIVE
Formato de requerimientos de información y colaboración:	FORMATOS DE CONTROL INTERNOS

D.2 Consolidación de modelos BIM

Indique la estrategia de consolidación de modelos que utilizará. Para más información, ver 5.8.2 del *Estándar BIM para Proyectos Públicos*.

Formulario 09 PEB Definitivo. Generación de modelos BIM

Estrategia	Sí	No
Modelo BIM federado		x
Modelo BIM integrado	x	

D.3 Procedimiento de reuniones (solo PEB definitivo)

Indique las principales reuniones de trabajo y coordinación que se realizarán a lo largo del proyecto y sus participantes. Para más información, ver 5.8.3 del Estándar BIM para Proyectos Públicos.

Formulario 10 PEB Definitivo. Procedimiento de reuniones

Tipo de Reunión	Etapas del Proyecto	Especialidades que participan	Frecuencia de reuniones *	Cantidad de reuniones	Ubicación	Modalidad	Tipo de respaldo
Inicio de requerimientos BIM	Planificación	ARQ,EST, MEP	1 semana por	2		Presencial	Acta de reunión
Presentación del PEB	Planificación	ARQ,EST, MEP, GER	1 semana por	2		Presencial	Acta de reunión
Coordinación del Diseño	Diseño	ARQ,EST, MEP, GER	2 semana por	4		Presencial	Acta de reunión
Cualquier otra reunión BIM con múltiples partes							

(*) La cantidad y frecuencia de la reunión puede cambiar en virtud de la dinámica del proyecto.

E. Organización de los modelos BIM

E.1 Estructuración de los modelos BIM (solo PEB Definitivo)

Indique la estructura que tendrán los modelos BIM en el proyecto. Para más información, ver 5.9.1 del *Estándar BIM para Proyectos Públicos*.

Formulario 11 PEB Definitivo. Estructuración de los modelos BIM

Unidades que utilizará para el desarrollo de los modelos		Coordenadas que se utilizarán para todos los modelos			
Las unidades serán del sistema internacional de unidades		Se utilizarán coordenadas según la geolocalización del proyecto. La vinculación de modelos será en la intersección de los ejes A y 1.			
Sistema de subdivisión de los modelos, en caso de ser necesario					
Modelo BIM	Por Edificio	Por Pisos	Por Zonas	Por Área	Por Disciplina
Sitio					X
Arquitectura o Dise	x			x	x
Estructura	x			x	x
Mecánico Eléctrico	x			x	x
Coordinación	x				x